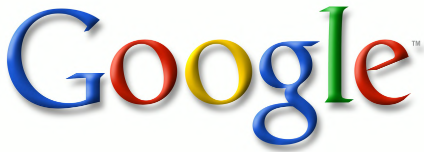
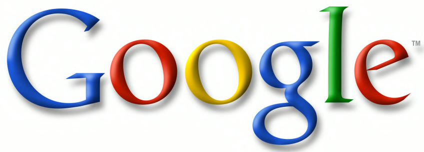
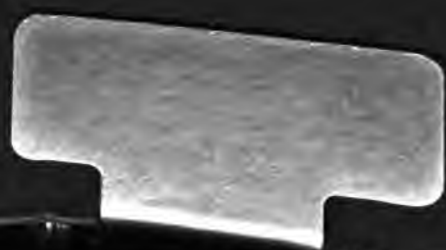






Verslagen der Zittingen

VAN DE

WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN

van 25 Juni 1892 tot 28 April 1893.



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1893.

Verslagen der Zittingen

VAN DE

WIS- EN NATUURKUNDIGE AFDEELING

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN

van 25 Juni 1892 tot 28 April 1893.



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1893.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 25 Juni 1892.

Voorzitter: de Heer J. D. VAN DER WAALS.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. eene missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken (9 Juni 1892) ter begeleiding van eene brochure, welke, voor de Akademie bestemd, naar den Haag was opgezonden;

2°. een schrijven van den Heer J. WILLARD GIBBS (27 Mei 1892), waarin hij dank betuigt voor zijne benoeming tot buitenlandsch lid der Akademie;

3°. eene uitnoodiging van „het Comité ter herdenking van de 400 jaar geleden door COLUMBUS gedane ontdekking van Amerika", om de feestelijkheden, welke naar aanleiding daarvan in September a.s. te Genua zullen plaats hebben, te komen bijwonen.

De Limnoria-Commissie brengt, bij monde van den Heer HUBRECHT, haar Eindrapport ter tafel.

De Limnoria-Commissie, zegt spreker, die thans de eer heeft haar Eindrapport bij de Akademie in te dienen, is welhaast zeven jaren werkzaam geweest.

Zij werd benoemd in 1885, naar aanleiding van een schrijven van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid d.d. 27 November 1885. Bij hare eerste samenstelling telde zij slechts vijf leden: de H.H. VAN DIESEN, MICHAËLIS, HOFFMANN, VAN 'T HOFF en HUBRECHT, welk cijfer, op haar verzoek, na hare eerste vergadering aangevuld werd tot zes, en wel door de benoeming in de Commissie van hem, die zoowel het nader zoölogisch onderzoek van Limnoria als het samenstellen van dit ons Eindrapport voor zijne rekening genomen heeft: ik bedoel den tegenwoordigen Secretaris

Uwer Commissie, ons medelid HOEK. Toch is ons cijfer thans weder tot vijf teruggebracht, doordien vóór weinige maanden ons medelid VAN 'T HOFF zijn voornemen heeft kenbaar gemaakt, en niettegenstaande ons aandringen ook heeft uitgevoerd, om uit de Limnoria-Commissie ontslag te nemen.

Reeds meer dan eens werden in de afgeloopen zeven jaar door ons partieele mededeelingen aan deze Vergadering gedaan over den stand van zekere onderdeelen van het ons opgedragen onderzoek. Dat het zich over jaren heeft uitgestrekt, vindt zijne verklaring mede hierin, dat bij herhaling vergelijkende proeven noodig waren: èn omtrent de snelheid, waarmede Limnoria bepaalde houtsoorten aantast; èn omtrent de punten aan onze kust, waar dit schaaldier in sterkere of in zwakkere mate zijne vernielende werking deed gevoelen, èn omtrent de vergelijkende beteekenis van beschuttingsmiddelen, die daartegen konden worden aangewend.

Wat dit laatste punt aangaat, hebben wij ons uit den aard der zaak er toe moeten bepalen, enkele proeven op kleine schaal te nemen; proeven op grootere schaal, die zich daaraan zouden kunnen aansluiten, liggen onzes inziens meer op het gebied van onze vaderlandsche waterbouwkundigen, dan op dat van eene Commissie uit Uw midden.

Ons Eindrapport is tot eenigszins lijvigen omvang aangegroeid en verdeeld in de volgende hoofdstukken:

Bijlage 2. Waarnemingen, op het zoutgehalte en de temperatuur van het zeewater betrekking hebbende.

a. Bath.
b. Brouwershaven.
c. Hansweerd.
d. Harlingen.
e. Helder.
f. Lemmer.
g. Nieuw Bildt.
h. Oude Hoeve (Renesse).
i. Urk.
j. Wemeldinge.
k. Ymuiden.
l. Zierikzee.
m. Zijpe.

Bijlage 3. Resultaat van het onderzoek van te Wemeldinge geplaatste proeflatten, ten einde vast te stellen of er in de verschillende jaargetijden verschillen in de aantasting voorkwamen.

Daar het Rapport eventueel in de werken der Akademie zal worden afgedrukt, zou het thans wellicht te veel van Uwen kostbaren tijd gevergd zijn, van het geheel voorlezing te geven. Met verlof van onzen voorzitter, zal ik er mij dus toe bepalen U onze eindconclusies, zooals zij in onze laatste vergadering zijn vastgesteld, voor te dragen, terwijl dat gedeelte van het rapport, dat zich meer bepaaldelijk op streng natuurwetenschappelijk terrein beweegt, eveneens met verlof van den voorzitter, door ons medelid HOEK nader zal worden toegelicht.

Bedoelde eindconclusies zijn :

1. Ofschoon reeds in het eind der vorige eeuw beschreven en aan de kust van Scandinavië waargenomen, is men eerst door de waarnemingen van STEVENSON [1811] en door de beschrijving van COLDSTREAM [1834] op het dier meer in 't bijzonder opmerkzaam geworden. Bij hetgeen thans omtrent de geographische verspreiding bekend is, zou men er zich alleen over mogen verwonderen, als het dier aan de vaderlandsche kust ontbrak.

2. Limnoria is een kleine Isopode en wijkt van den bouw van niet borende vertegenwoordigers dierzelfde orde van Schaaldieren voornamelijk af in kenmerken, die met haar leefwijze ten nauwste samenhangen : te weten in den bouw der monddeelen en der spijsverteringsorganen. Om zich vast te grijpen en gehecht te blijven aan in water geplaatste houtdeelen, dienen de klauwtjes van de pooten,

de tandjes en schubjes, die in de eerste plaats de pooten, maar verder het geheele oppervlak bedekken. Het wijfje van Limnoria houdt de zich ontwikkelende jongen bij zich, tot hun gedaantewisseling geheel afgeloopen is. Deze verlaten het stuk hout, waarin zij geboren zijn, in den regel niet vóór zij volwassen zijn: de eerste Limnoria's, die een gaaf stuk hout aantasten, zijn steeds oudere exemplaren. Het aantal jongen van een broed bedraagt gewoonlijk niet meer dan 10, kan echter in de voorjaarsmaanden tot 17 stijgen.

3. Limnoria komt aan de Nederlandsche kust van Friesland tot Zeeland algemeen voor en is — ofschoon door de Paalworm-Commissie wel degelijk opgemerkt — nooit nauwkeuriger nagegaan, omdat men hare verwoestingen óf aan Teredo, óf aan verweering toeschreef. Een te sterke vermindering van het zoutgehalte wordt door Limnoria niet verdragen: vandaar dat wij in dat zoutgehalte een haar beperkenden factor begroeten mogen.

4. Limnoria leeft bij voorkeur in de waterlagen tusschen laagwater en halftij, mits dáár het voor haar huisvesting aanwezige hout niet ontbreke. Alleen de allerhardste houtsoorten, en deze wellicht niet eens op den duur, bieden aan de aantasting van Limnoria weêrstand. De aantasting geschiedt bijna in alle maanden van het jaar; de vroege voorjaarsmaanden zijn echter bij voorkeur gunstig, en in de maanden December en Januari schijnt zij, althans in den regel, op te houden.

5. Dezelfde middelen, die tegen den paalworm aangewend worden, doen ook met voordeel dienst tegen Limnoria. Bespijkering is tegen Limnoria een nog meer afdoende maatregel dan tegen den paalworm: waar een spijkerkop afbreekt, of door nalatigheid een plek onbeschermd blijft, kan de paalworm binnendringen en het hout verwoesten; Limnoria zou op die plaats slechts aan het oppervlak eenige schade kunnen toebrengen. Hare verspreiding, zoowel als het wegbrokkelen van het aangetaste hout: een hoofdvoorwaarde voor haar dieper indringen, zou door de die plaats omgevende spijkers onmogelijk worden.

Creosoot — mits in voldoende hoeveelheid ingeperst — beschermt het hout eveneens; de uitloogende werking van het zeewater doet zich echter het eerst aan het oppervlak gelden en maakt die buitenste lagen voor aantasting door Limnoria reeds geschikt, als er voor Teredo nog geen vrees gekoesterd behoeft te worden. De door Limnoria tot stand komende werking opent vervolgens diepere houtlagen voor de uitloogende werking van het zeewater, en dus ook voor de aanvallen van Limnoria.

Wat andere chemische praeparaten aangaat, beveelt de Commis-

sie — zoowel met het oog op de aanvallen van Limnoria als van Teredo — der Regeering aan, bij de uitvoering van een herstelling of vernieuwing van eenig in zee geplaatst paalwerk, vergelijkender wijze vast te stellen, of het niet gelukt, de beschermende werking van creosoot te vergrooten, door aan de olie vóór de inpersing giftige metaalzouten toe te voegen.

Na de mededeeling dezer conclusies gaf de Heer HOEK eene uitvoerige toelichting, door teekeningen en wandplaten opgehelderd, van verschillende punten, die op het anatomisch maaksel en de leefwijze van Limnoria betrekking hebben.

De Heeren PEKELHARING en ENGELMANN brengen verslag uit omtrent een verhandeling van den Heer Dr. H. J. HAMBURGER te Utrecht, getiteld: „Over het onderscheid in samenstelling tusschen arterieel en veneus bloed; bijdrage tot de methode van vergelijkend bloedonderzoek". Dit verslag luidt:

„In een vorige verhandeling werd door den Heer HAMBURGER aangetoond, dat het gehalte van het gedefibrineerde bloed aan zuur of alkali een belangrijken invloed heeft op de samenstelling van de bloedlichaampjes aan den eenen, van het bloedserum aan den anderen kant. Wanneer aan het bloed een weinig zuur wordt toegevoegd, neemt het serum stoffen uit de bloedlichaampjes op, en staat het, in isotonische verhouding, andere stoffen, chloriden en phosphorusverbindingen, daaraan af, terwijl toevoeging van een weinig alkali een uitwisseling van stoffen in tegenovergestelden zin tengevolge heeft".

„Nu hiermede bij de vergelijkende analyse van arterieel en veneus bloed tot dusver geen rekening gehouden is, kan het, zooals de Heer HAMBURGER in de nu aangeboden verhandeling opmerkt, geen verwondering wekken, dat de uitkomsten dezer onderzoekingen over het geheel zeer onbevredigend en zelfs menigmaal met elkaar in tegenspraak gebleken zijn".

„Bovendien wordt nu door den schrijver aangetoond, dat ook andere invloeden, behalve die van CO_2, in het aderlijke bloed werkzaam zijn, waardoor de samenstelling van bloedlichaampjes en serum in denzelfden zin gewijzigd wordt".

„Onmiddellijk na elkaar uit de art. carotis en uit de vena jugularis van het paard opgevangen bloed werd, door kloppen in een open schaal, gedefibrineerd, waarna dus het gehalte aan CO_2 van beide bloedsoorten gelijk gerekend kon worden. Toch bleek het serum van het bloed uit de vena meer vaste stof, minder chloor, en meer alkali ($Na_2\ HPO_4 + Na_2\ CO_3$) te bevatten dan het serum van het

bloed uit de arterie, terwijl de roode bloedlichaampjes van het arterieele bloed de haemoglobine nog vasthielden in zoutoplossingen, waaraan die uit het aderlijke bloed reeds kleurstof afstonden".

„Ook de wijze, waarop het bloed gedefibrineerd wordt, heeft, zooals dr. HAMBURGER's onderzoekingen leeren, een belangrijken invloed op de samenstelling van het bloedserum. Bij het kloppen van het bloed in een open schaal wordt, met het schuim, een deel van het serum verwijderd. Daardoor wordt de verhouding van de hoeveelheid bloedlichaampjes veranderd. Door eenige proeven, waarin een deel van het bloed met glasscherven geschud werd in een flesch, die geheel met het bloed gevuld was, en een ander deel in een open schaal werd geklopt, wordt aangetoond, dat verandering van de verhouding van de hoeveelheid serum tot de hoeveelheid bloedlichaampjes verandering van de samenstelling van het serum en van de bloedlichaampjes veroorzaakt".

„Het is derhalve volstrekt noodzakelijk voor het verkrijgen van een juiste kennis omtrent de samenstelling van het aderlijke en het slagaderlijke bloed, dat de bloedvloeistof en de bloedlichaampjes afzonderlijk onderzocht worden, en dat, bij het onderzoek van gedefibrineerd bloed, ook de wijze waarop de fibrine afgescheiden is, in aanmerking genomen wordt".

„Verder wordt door den Heer HAMBURGER aangetoond, dat hetgeen omtrent de uitwisseling van bestanddeelen tusschen bloedlichaampjes en vloeistof gevonden werd, niet enkel voor gedefibrineerd bloed geldt, maar ook op het levende ongestolde bloed toegepast mag worden".

„Hij vond dat in gedefibrineerd paardebloed, bij 15° C. bewaard, de leucocyten nog na twee dagen, wanneer zij dan weer tot lichaamstemperatuur verwarmd werden, amoeboïde bewegingen vertoonden en in staat waren karmijnkorrels in zich op te nemen. Wanneer echter — na drie dagen — de leucocyten afgestorven bleken te zijn, dan stonden ook de roode bloedlichaampjes gemakkelijker dan in verschen toestand haemoglobine af aan zoutoplossingen, en waren de gevolgen van vermenging van het bloed met geringe hoeveelheden alkali of zuur geheel anders als bij het versche bloed".

„Verder bleek in paardebloed, dat door opvangen onder olie zoolang voor stolling beschut was totdat de roode bloedlichaampjes bezonken waren, de uitwisseling van bestanddeelen tusschen de lichaampjes en het plasma, in het aderlijke en in het slagaderlijke bloed, en na toevoeging van zuur of alkali, volmaakt op dezelfde wijze plaats te vinden als in het gedefibrineerde bloed".

„Eindelijk wordt aangetoond dat bij 10° of 16° C. deze uitwisseling dezelfde is als bij 38° C."

„De ondergeteekenden meenen dat deze nieuwe onderzoekingen van den Heer HAMBURGER voor de kennis van de samenstelling van het bloed en voor de methoden, die bij het vergelijkend onderzoek van veneus en arterieel bloed gevolgd behooren te worden, van groot gewicht zijn. Zij stellen dus gaarne voor deze verhandeling in de werken der Akademie op te nemen”.

De Heer J. FORSTER spreekt: Over den invloed van hooge temperaturen op tuberkelbacillen. — In de vergadering der Akademie van 26 Juni 1886 [1]) heb ik de uitkomsten medegedeeld van proefnemingen over den invloed, dien het „pasteuriseeren” op het leven van bacteriën, voornamelijk van infectieuse, uitoefent. Pasteuriseeren is gedurende korten tijd vloeistoffen verwarmd houden op temperaturen, die lager zijn dan de kookhitte van water, meestal temperaturen van 70 of 80° C., met daarop volgend afkoelen tot 10 à 12° C.

Van de bacteriën, die voor de proeven gebruikt werden, bleken Cholerabacteriën door het pasteuriseeren reeds bij 57° C., Typhusbacteriën bij 70° C. gedood te worden. Van de proefnemingen, die met tuberkelbacillen waren begonnen, heb ik toen geen mededeeling gedaan. Uit een hygiënisch oogpunt echter was het bijzonder van gewicht, de beneden 100° C. gelegen temperaturen te leeren kennen, door de inwerking waarvan het leven van het tuberkelvirus vernietigd wordt. Immers, het is proefondervindelijk aangetoond, dat door injectie zoowel als door voering van melk, afkomstig van parelzieke koeien, de smetstof van de tuberkulose op proefdieren kan overgebracht worden, terwijl uit de ervaring van geneeskundigen is gebleken, dat tuberkulose bij menschen — voornamelijk bij kinderen — door het gebruik van melk van aan parelziekte lijdende runderen werd verwekt. Eveneens bleek, o. a. uit proefnemingen, waarover ik in de vergadering der Akademie van 25 April 1890 [2]) het een en ander heb medegedeeld, dat ook in het vleesch van slachtdieren, die aan parelziekte lijdende waren, het tuberkelvirus in infectieusen toestand aanwezig kan zijn.

Wel is bekend, dat door het verwarmen tot een temperatuur van 100° C. de in melk en vleesch voorkomende tuberkelbacillen gedood worden. Intusschen, bij de gewone toebereiding van vleesch

---

[1]) Zie Verslagen en Mededeelingen der K. Akad. van Wetensch. Afdeel. Natuurkunde, 3de Reeks, Deel III, p. 22, 1886; en Münchener Medicinische Wochenschrift, 1886, N°. 35.

[2]) Verslagen en Mededeelingen, 3de Reeks, Deel VIII, 1e stuk. p. 3, 1890; en Münchener Medicinische Wochenschrift, 1890, N°. 16.

dringt zulk eene hooge temperatuur als de kookhitte slechts zeldzaam tot in het binnenste van zelfs kleine stukken door, terwijl melk door het kooken in smaak verandert en derhalve veelal niet in gekookten toestand gebruikt wordt. Het lag dus voor de hand, om ook bij het tuberkelvirus de inwerking na te gaan van het verwarmen op temperaturen beneden 100° C. De vroeger aangevangen proefnemingen hieromtrent werden derhalve meer stelselmatig gedurende het laatste jaar onder mijne leiding voortgezet door den Heer C. DE MAN, praktizeerend geneesheer te Amsterdam.

De proeven met tuberkelvirus leveren meer moeielijkheden op dan die met bacteriën, waarvan kunstmatige kulturen kunnen gebruikt worden. In de eerste plaats is de ontwikkeling der tuberkelbacillen, en voornamelijk van die der zoogdier-tuberkulose, op de gebruikelijke voedingsgrondstoffen nog al onzeker. Het niet opkomen van tuberkelbacillen, die vooraf op bepaalde hooge temperaturen verwarmd waren, zal dus niet steeds aan de inwerking der verhitting kunnen worden toegeschreven. Er moesten dus, wilde men het infectievermogen van de verwarmde tuberkelbacillen nagaan, in plaats van kulturen op kunstmatig voedingsmateriaal, entingen op dieren gemaakt worden, die voor tuberculose vatbaar zijn. Verder is de graad van virulentie der tuberkelbacillen, die van ongelijksoortige afkomst zijn, nog niet genoegzaam vastgesteld. Derhalve moest door ons — uitgaande van het hygiënisch doel der proeven: het overbrengen van tuberkulose door het gebruik van melk enz. te verhinderen — in de eerste plaats infectieuse melk, afkomstig van parelzieke slachtdieren, worden aangewend. Het gelukte ons, deze in voldoende mate machtig te worden door de medewerking van den Heer VAN DER SLUYS, onderdirecteur van het Abattoir alhier.

De proefnemingen werden dus in de volgende wijze ingericht. Uit de, versch in het laboratorium gebrachte uiers van koeien, die bij het slachten tuberculeus waren bevonden, werd melksap, dat blijkens het mikroskopisch onderzoek tuberkelbacillen bevatte, in een aantal dunne glazen buisjes gebracht. Deze werden aan beide kanten dichtgesmolten; in een bijzonder ingericht waterbad geplaatst, waarin bij de onderscheidene proefnemingen de gewenschte temperatuur constant kon gehouden worden; gedurende bepaalde tijden verwarmd en daarna onmiddellijk in koud water afgekoeld. Daarna werd de inhoud der buisjes in de buikholte van guinea'sche biggetjes ingebracht, terwijl tevens gelijke aandeelen van het niet verwarmd melksap bij gelijksoortige proefdieren werd ingeënt, ten einde de virulentie van het aangewend materiaal te controleeren.

Behalve het uit de uiers verkregen sap, werden nog fijn gewreven

knobbels van de pleura van aan parelziekte lijdende runderen en sputa van teringlijders, die tuberkelbacillen bevattenden, op gelijke wijze behandeld en voor de entingen gebruikt.

De geënte proefdieren, waarvan met tusschenpoozen van acht dagen het lichaamsgewicht werd bepaald, bleven óf gezond, en werden in dit geval 2 of 3 maanden na de inenting gedood; óf zij werden ziek en stierven spontaan. In beide gevallen werd een volledige sectie gedaan, en desnoods met behulp van mikroscopisch onderzoek en door middel van overentingen op nieuwe proefdieren vastgesteld, of er tuberculose der organen in de buikholte of in andere lichaamsdeelen bestond.

Zonder verder hier in details te treden, wensch ik in de volgende tabel de resultaten van het onderzoek, voor zoover die tot nu overzien kunnen worden, mede te deelen. In de eerste kolom der tabel worden vermeld de temperaturen, tot welke de buisjes, gevuld met tuberculeus materiaal, verwarmd werden; in de tweede kolom is de tijd opgegeven, gedurende welken de verwarming plaats had; in de derde kolom is aangeduid, of de geënte proefdieren aan tuberkulose ziek werden of gezond bleven; in de laatste kolom is nog uitgedrukt, waarvan het ingeënte, door controle-entingen tuberkuleus bevonden, materiaal afkomstig was. Ik wensch hier alleen nog bijtevoegen, dat voor de eerste reeks der proeven een temperatuur van 80° C. door ons gekozen werd, omdat deze volgens mijne vroegere waarnemingen bij de inwerking gedurende één minuut niet in staat was de tuberkelbacillen te dooden, terwijl voor de latere proeven — naar aanleiding van de, door velen betwijfelde uitkomst eener proefneming van YERSIN [1]), waarbij kunstmatig gekweekte tuberkelbacillen, na 10 minuten op 70° C verwarmd te zijn, afgestorven bleken, temperaturen van 60° C en daarbeneden aangewend werden.

De uitkomsten van onze herhaalde proefnemingen, waarbij steeds gelijkblijvende uitkomsten verkregen werden, zijn dus:

Temperatuur:	Duur der verwarming:		Uitkomst:		Aangewend materiaal:			
80° C.	4	uren.	Geen tuberculose.		Melk	uit	tubercul.	uiers.
"	2	"	"	"	"	"	"	"
"	1	uur.	"	"	"	"	"	"
60°	24	uren.	"	"	"	"	"	"
"	12	"	"	"	"	"	"	"
"	6	"	"	"	"	"	"	"
"	4	"	"	"	"	"	"	"

[1]) Annales de l'Institut PASTEUR, 1888, p. 63.

Temperatuur:	Duur der verwarming:	Uitkomst:	Aangewend materiaal:
60°	4 uren.	Geen tuberculose.	Parelziekte-knobbels.
„	3 „	„ „	Melk uit tubercul. uiers.
„	3 „	„ „	Sputa v. een teringlijder.
„	2½ „	„ „	Parelziekte-knobbels.
„	2¼ „	„ „	Sputa v. een teringlijder.
„	2 „	„ „	Melk uit tubercul. uiers.
„	1 uur.	„ „	„ „ „ „
„	1 „	„ „	Sputa v. een teringlijder.
„	45 minuten.	Tuberculose.	Melk uit tubercul. uiers.
„	30 „	„	„ „ „ „
„	15 „	„	„ „ „ „
55°	6 uren.	Geen tuberculose	Sputa v. een teringlijder.
„	3 „	Tuberculose.	„ „ „ „
„	1 uur.	„	Melk uit tubercul. uiers.
50°	12 uren.	„	„ „ „ „
„	3 „	„	„ „ „ „
„	1 uur.	„	„ „ „ „

Het blijkt dus, dat het verwarmen gedurende één uur en, langer tot temperaturen boven 60°, en gedurende 6 uren tot 55° het virus der tuberculose vernietigt. Het verwarmen tot 60° gedurende 45 minuten, en het houden bij 55° gedurende drie uren, is echter niet toereikend om tuberkelbacillen te dooden. Bij 50° kunnen tuberkelbacillen zelfs gedurende 12 uren bewaard worden, zonder dat zij eenig merkbaar nadeel ondervinden.

Proeven, waarbij hoogere temperaturen dan 60°, zoo b. v. 70, 80, 90 en 95° C gedurende korteren tijd, dan boven vermeld, inwerkten, zijn nog niet volkomen afgeloopen. De proefdieren, die weken geleden geënt werden, zijn tot nu toe gezond gebleven; dit wijst er op, dat, zooals trouwens YERSIN heeft waargenomen, deze temperaturen de tuberkelbacillen doen afsterven, indien zij ten minste gedurende 5 à 10 minuten kunnen inwerken. Volgens de uitkomsten van een reeks van proeven, die door mij enkele jaren geleden werden verricht, is echter het „pasteuriseeren" bij 80° gedurende één minuut niet voldoende om tuberkelbacillen, afkomstig uit tuberculeuse uiers, te dooden.

Op de vraag van den Heer FRANCHIMONT, of de door den Spreker genoemde temperaturen ter dooding van de tuberkelbacil reeds als zoodanig schadelijk zijn, dan wel of de samenstelling der vloeistoffen, waarmede gearbeid wordt, daarop mede invloed oefent, antwoordt

de Heer FORSTER, dat die moeilijk a priori te beantwoorden is, doch dat hij zijne proeven steeds genomen heeft met vloeistoffen, in overeenstemming met de vochten van het levend organisme.

De Heer FORSTER spreekt over de ontwikkeling van bacteriën bij lage temperaturen:

Vijf jaren geleden, in de vergadering der Akademie van 25 Juni 1887 [1]), werden door mij kulturen gedemonstreerd van eene bijzondere soort van bacteriën, die de eigenschap bezitten om licht te produceeren. Aangezien deze bacteriën verkregen konden worden uit materiaal, van de zee afkomstig, was het bewijs geleverd voor de juistheid van het vermoeden, dat het lichten der zee, van zeedieren enz., o. a. ook door het leven van bacteriën wordt veroorzaakt.

Behalve het vermogen om licht te geven, vertoonde de nieuw gecultiveerde soort van bacteriën nog een tweede eigenschap, die uit een biologisch oogpunt de aandacht trok; eene eigenschap, die toen, voorzoover ik wist, nog niet waargenomen of bekend geworden was. De lichtgevende bacteriën bleven bij temperaturen van en beneden 0° C. niet alleen, zooals trouwens de meeste andere bacteriën, nog leven, maar zij waren zelfs in staat, om, in smeltend ijs bewaard, dus bij 0° C., te groeien, te lichten en zich te vermenigvuldigen.

Het spreekt van zelf, dat ik trachtte nategaan, of deze merkwaardige physiologische eigenschap ook aan nog andere mikroörganismen van de groep der bacteriën toekwam. Ik werd echter toen door andere noodzakelijke onderzoekingen verhinderd om stelselmatige waarnemingen omtrent het zoo eigenaardige levensverschijnsel te doen. Intusschen werden, naar aanleiding van mijne mededeelingen, door FISCHER [2]) eenige onderzoekingen verricht. Hij vond daarbij, dat onderscheidene soorten van bacteriën, die in het zeewater bij Kiel voorkomen, bij 0° kunnen prolifereeren. Gedurende het laatste jaar nu was ik, door de medewerking van den Heer S. BLEEKRODE, Apotheker N. I. L., in staat gesteld, de vroeger begonnen onderzoekingen voorttezetten en meer in het bijzonder nategaan of bacteriën, die de genoemde eigenschap bezitten, alleen in het water der zee, of ook in zoetwater en, in het algemeen, in de gewone omgeving van den mensch te vinden zijn.

Hiertoe werden kleine hoeveelheden van verschillende watersoorten,

---

[1]) Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akademie van Wetensch. Afd. Natuurkunde; III[de] Reeks, IV[de] Deel, 1[ste] stuk, p. 117. Centralblatt für Bacteriologie, I. Jahrg., II. Bd., N°. 12, 1887.

[2]) Centralblatt für Bacteriologie, II. Jahrg., IV, Bd., No. 3, 1888.

van voedingsmiddelen, afvalstoffen enz. met de voedingsgelatine volgens KOCH vermengd, in kultuurschaaltjes gebracht en daarna in een grooten ijscalorimeter met viervoudige wanden geplaatst. Daar het wegsmeltend ijs steeds aangevuld werd, was het mogelijk om in de binnenste ruimte van den ijscalorimeter, bestemd voor de ontwikkeling der bacteriën, weken achtereen eene temperatuur te onderhouden, die volgens de thermometrische controle nooit van 0° C. afweek.

Na verloop van ongeveer 10 à 12 dagen begonnen zich hierbij in de voedingsgelatine — bij verschillend materiaal in ongelijk aantal — koloniën van bacteriën te ontwikkelen, waarvan overentingen konden gemaakt worden. De laatstgenoemden werden zoowel weder in den ijscalorimeter als bij hoogere temperaturen dan 0° geplaatst en leverden aldus het materiaal voor de bepaling der bacteriën en voor het nader bestudeeren van hare levens- en kultuureigenschappen.

Terwijl ik aan den Heer BLEEKRODE overlaat om later de verschillende details van onze waarnemingen te beschrijven, wensch ik hier slechts in het kort mede te deelen, dat 1° het door ons gevonden aantal soorten van bacteriën, die bij 0° in staat zijn te prolifereeren, niet zeer groot is, dat echter 2° van deze soorten soms talrijke individuen in onze dagelijksche omgeving, op sommige van onze voedingsmiddelen, enz. voorkomen. Om slechts enkele voorbeelden te noemen: in 1cc van grachtwater van Amsterdam werden 2000 bacteriën; in water uit een sloot tusschen weilanden, eene ontelbare massa; in 1cc melk 1000; in 1 gr. tuinaarde 140.000, en in straatvuil een ontelbare hoeveelheid bacteriën gevonden, die zich in den ijscalorimeter konden ontwikkelen. Evenzoo kon de aanwezigheid van gelijksoortige bacteriën aan de oppervlakte en in den darm van riviervisschen aangetoond worden. Opmerkelijk is het nog, dat bacteriën, die in staat zijn om bij 0° te prolifereeren, niet slechts gedurende den winter, maar eveneens in de warme jaargetijden gevonden werden.

Het voorkomen van bacteriën, die het vermogen bezitten om bij zulk eene lage temperatuur te groeien, daarbij kleurstoffen te vormen, gassen te produceeren, licht te geven, in het algemeen scheikundige omzettingen te weeg te brengen in het voedingsmateriaal, waarop zij groeien, strookt met de ervaringen, die men in het dagelijksch leven kan opdoen. Zoo is het bekend, dat spijzen, die in eene ijskast worden bewaard, na verloop van enkele dagen dikwijls een onaangenamen reuk of smaak aannemen en zelfs eenigszins bederven. Reeds jaren geleden heb ik waargenomen — een waar-

neming, die later door onderzoekingen te Berlijn en elders werd bevestigd — dat in ijskasten, waarin in den regel een temperatuur van 4 tot 7° C. heerscht, bacteriën vrij spoedig tot ontwikkeling komen. Vleesch echter, dat direct op ijs, dus nabij een temperatuur van 0° C. bewaard wordt, bederft ten slotte eveneens, al blijft het er aanvankelijk, zelfs weken lang, goed uitzien. De oorzaak hiervan is gelegen in de aanwezigheid en in de ontwikkeling van de hierboven besproken bacteriënsoorten. Gewoon slachtvleesch b. v. werd fijn gehakt, in een aantal schaaltjes verdeeld, en deze in den ijscalorimeter geplaatst. In het begin van de proef en achtereenvolgens om de 5 à 6 dagen werd in het aldus behandelde en bewaarde vleesch het gehalte aan ammoniak en vluchtige alkaloïden, en tevens het aantal bacteriën, bepaald. Het bleek hierbij, dat de hoeveelheid dier ontledings- of rottingsproducten in het vleesch, na 16 dagen bij 0° C. bewaard te zijn geweest, ongeveer even groot was geworden als in vleesch, dat 6 à 7 dagen in een kelder bij 7 à 9°, of 2 dagen in een warme kamer was blijven liggen; terwijl verder op het vleesch in den beginne maar weinige bacteriën konden gevonden worden, was in het genoemde tijdsverloop allengs eene ontelbare hoeveelheid er van opgekomen.

Wil men dus voedingsmiddelen gedurende langen tijd door middel van koude conserveeren, dan heeft men òf zeer lage temperaturen aantewenden, òf andere factoren te doen medewerken, die het bederf kunnen weeren. De laagste temperaturen, waarbij bacteriën nog in staat zijn te prolifereeren, zijn nog niet bekend; ik ben er tot nu toe niet volkomen in geslaagd, in mijn laboratorium een inrichting te maken, waarmede ik lagere temperaturen dan 0° weken achtereen constant kan houden. Van de factoren daarentegen, die de werking van de koude ten zeerste ondersteunen, is in de eerste plaats de droogte te noemen. Bij gebrek aan water, kunnen de bacteriën bij 0° zich niet vermenigvuldigen. Worden dus spijzen enz. in droge en koude lucht bewaard, dan treedt bederf veel minder of in 't geheel niet op. Feitelijk wordt hiervan in de praktijk reeds veelvuldig partij getrokken. De ontwikkeling in de industrie der ijsbereiding heeft het mogelijk gemaakt, koelkamers enz. interichten, waarin de lucht niet slechts tot de gewenschte temperaturen beneden 0° afgekoeld, maar ook van waterdamp vrij gemaakt kan worden. Hierin bewaarde voorwerpen kunnen dus gemakkelijk *koel* en *droog* worden gehouden. Sedert eenigen tijd b. v. wordt versche zeevisch, in bijzonder ingerichte stoombooten, uit het Noorden aangevoerd. Zij wordt op de booten eerst in een geïsoleerde ruimte bij 40 à 50° beneden 0° gehouden, totdat zij hard bevroren

is, en daarna in eene kamer overgebracht, waarin zij bij eene temperatuur van 8 à 15° beneden 0° bewaard blijft. Aldus is het goede vervoer van visch op verre afstanden en onafhankelijk van den tijd van haar vangst, verzekerd, terwijl zij door ontdooien in koud water voor het gebruik geschikt wordt gemaakt. Toen voorleden winter bevroren schelvisch te Amsterdam door een Noorsch stoomschip was aangevoerd, waren wij in de gelegenheid ons van den goeden staat te overtuigen, waarin de aldus geconserveerde visch verkeerde. Intusschen bleek het, dat toch bij enkele visschen, die uit de koelkamer van de stoomboot naar mijn laboratorium waren overgebracht, aan de oppervlakte en op de vliezen, die bij het slachten der dieren met zeewater enz. in aanraking waren geweest, vrij veel bacteriën aanwezig waren. Er is geen reden om aantenomen, dat die bacteriën, bij de lage temperaturen der koelkamers, zich uit enkele kiemen zouden hebben kunnen ontwikkelen. Het ook door ons vastgestelde feit, dat in zeewater bijzonder veel bacteriën voorkomen, die in staat zijn om zich bij temperaturen van 10° tot 0° te vermenigvuldigen, wijst op eene andere verklaring van onze waarneming. Vermoedelijk waren de visschen wel kort na hun vangst geslacht, maar niet onmiddellijk tot het volledig bevriezen afgekoeld, en bleven zij dus in den tusschentijd in zeewater of aan de lucht blootgesteld liggen. Het is te begrijpen, dat op het gunstig voedingsmateriaal, dat geslachte zeevisch aanbiedt, de genoemde bacteriënsoorten de gelegenheid vonden tot vermeerdering. Hoe langer die tusschentijd is, hoe meer zich bacteriën zullen ontwikkelen. Al gaat ook die proliferatie niet zoover, dat er merkbaar bederf ontstaat, toch zal allicht eene verandering van smaak te weeg worden gebracht, waardoor de waarde vermindert. Het is derhalve aanteraden, de vangst, het slachten en het doen bevriezen, in den kortstmogelijken tijd te doen plaats vinden.

De Heer Beijerinck deelt het volgende mede betrekkelijk het onderzoek van de nitrificatie der ammoniakzouten in den bodem.

Bij 't onderzoek van de nitrificatie der ammoniakzouten in den bodem werd beproefd, de nitriet- en nitraatbacteriën, niet, zooals dit tot nu toe door andere onderzoekers was geschied, in vloeistoffen of in kiezelmassa's te cultiveeren, maar op agar-agarplaten, waarin al of geen krijt was gebracht. Dit bleek zeer goed te kunnen geschieden, indien de agar-massa vooraf zeer langdurig met gedistilleerd water geëxtraheerd was; was dit geschied, dan konden de noodige anorganische zouten en het krijt daarin door koken worden opgelost. Platen van dit materiaal, overgoten met, in gesteriliseerd water ge-

suspendeerden grond, vertoonden na 3 of 4 weken, ter plaatse waar zich nitrietbacteriënkoloniën ontwikkelden, het ontstaan van heldere vlekken, door het oplossen van het krijt door het door oxydatie van het ammoniakzout gevormde salpeterigzuur. Zoo werden uit circa 10 mM^3 grond uit een klaverperk 30 koloniën van de nitrietbacterie verkregen. Ook de nitraatbacterie der nitrieten werd op agarplaten geïsoleerd en voortgekweekt. Verschillende preparaten van de nitrietbacteriën werden door spreker gedemonstreerd.

Een paar vragen, door den Heer FORSTER tot den spreker gericht, werden door dezen beantwoord.

De Heer KAMERLINGH ONNES deelt nader, namens Dr. J. P. KUENEN, het een en ander mede over de Retrograde Condensatie.

In zijne dissertatie „Metingen betreffende het oppervlak van VAN DER WAALS over mengsels van koolzuur en chloormethyl, 1892" heeft Dr. KUENEN een geval besproken, dat zich vrij algemeen bij mengsels van twee stoffen voordoet, n.l. dat bij de condensatie, d. i. in de toestanden, waarin twee phasen in evenwicht zijn, de meniscus tusschen de beide phasen door drukvermeerdering allengs vlakker wordt en ten slotte volkomen verdwijnt. Dit is het bekende verschijnsel, dat achtereenvolgens door CAILLETET (*C. R.* 90), VAN DER WAALS (*Continuität* enz.), ANDREWS (*Phil. Trans.* 178) en anderen waargenomen is, en zich ook bij het onderzoek van de mengsels van Dr. KUENEN onder bepaalde omstandigheden voordeed. Het gelukte toen tevens, met behulp van de theorie van VAN DER WAALS (*Arch. Néerl.* 24), de waarschijnlijke oorzaak daarvan op te sporen en het uitzicht te openen op eene spoedige experimenteele bevestiging. Het volgende moge dienen ter herinnering en aanvulling.

Aan de hand van de theorie nagaande, hoe de condensatie moet plaats hebben en hierbij aan de eerste plooi den eigenaardigen vorm toekennende, dien zij vóór temperaturen tusschen de kritische temperaturen der beide bestanddeelen waarschijnlijk vertoonen moet, kwam Dr. KUENEN (pag. 21 volg.) tot de slotsom, dat men bij een gekozen temperatuur de mengsels naar den aard der condensatie in drie groepen kon rangschikken: voor de eerste groep, bestaande uit die mengsels, welke de grootste hoeveelheid bevatten van het bestanddeel met de laagste kritische temperatuur, is scheiding in twee coëxisteerende phasen onmogelijk. Bij een tweede groep heeft de condensatie een normaal verloop, d. w. z. neemt de relatieve hoeveelheid der dichtere phase bij voluumvermindering regelmatig toe, totdat de andere phase verdwenen is; dit zijn de mengsels, die van het bestanddeel met de hoogste kritische temperatuur de grootste

hoeveelheid bevatten. Tusschen beide groepen ligt een derde groep, waarbij de relatieve hoeveelheid der dichtere phase bij compressie aanvankelijk toeneemt, een maximum verkrijgt, afneemt en verdwijnt: bij expansie moet men dezelfde verschijnselen in omgekeerde volgorde waarnemen. Deze soort van condensatie noemde Dr. KUENEN *retrograde condensatie*. De grenzen, waarbinnen deze groep van mengsels gelegen is, zijn gemakkelijk aan te geven: de eene grens wordt gevormd door een mengsel, welks samenstelling die is van het plooipunt, de andere door een mengsel van zoodanige samenstelling, dat het daarbij behoorende vlak, evenwijdig aan het ψ-vlak, de binodale lijn aanraakt. Door redeneering kan men hieruit afleiden, hoe omgekeerd, bij één gekozen mengsel, de aard der condensatie veranderen moet met de temperatuur. Boven een zekere temperatuur, de kritische temperatuur of duidelijker de kritische raakpuntstemperatuur, is scheiding onmogelijk; beneden een lagere temperatuur, die men de plooipuntstemperatuur voor het mengsel noemen kan, is de condensatie normaal; daartusschen moet retrograde condensatie plaats vinden. Gaat men het verschil in samenstelling en dichtheid der coëxisteerende phasen na, dan vindt men, dat dit verschil bij het einde der condensatie zeer gering zijn zal in de buurt van de plooipuntstemperatuur, zoowel er beneden als er boven, en dat, naarmate de temperatuur zich van de plooipuntstemperatuur verwijdert, dit verschil zal toenemen. Zoo zal de kleine hoeveelheid vloeistof, die vlak bij de kritische raakpuntstemperatuur ontstaat, een zeer aanmerkelijk verschil met de dampphase vertoonen kunnen: een vlakke meniscus is daar niet te verwachten. De bekende eigenschap van de kritische temperatuur bij enkelvoudige stoffen, dat daarboven geen twee phasen kunnen coëxisteeren, komt dus hier toe aan de kritische raakpuntstemperatuur, en in dit opzicht is het kritische raakpunt te vergelijken met het kritische punt bij enkelvoudige stoffen. In het plooipunt daarentegen vinden wij de eigenaardigheid terug van het coëxisteeren van twee identieke, phasen, en de eigenschappen van het kritische punt zijn dus, als het ware, bij mengsels over twee punten: het plooipunt en het kritische raakpunt, verdeeld.

Met dit alles waren de waarnemingen ten deele in strijd: speciaal was retrograde condensatie nooit waargenomen, in plaats daarvan het vlak worden en verdwijnen van den meniscus. Als oorzaak van die afwijking werd t. a. p. de vertraging voorgedragen, die bij mengsels reeds in den gastoestand de verschijnselen kan wijzigen, en nog sterker optreedt, waar twee phasen aanwezig zijn. Deze vertragingsverschijnselen, het gevolg van de langzame diffusie, moeten niet verward worden met de vertraging, die de Thermodynamica ook

hier verwachten doet, en die het ontstaan van de eerste kleine hoeveelheid eener tweede phase tijdelijk kan doen uitblijven. (BLÜMCKE *Wied. Ann.* 36).

Men kan iets nader aangeven, waarom juist in de bedoelde omstandigheden de vertraging zulk een grooten invloed hebben kan en daarmede de verklaring meer preciseeren. Den invloed van de vertraging kunnen wij n.l. het best uitdrukken door te zeggen, dat bij drukvermeerdering de beide phasen afzonderlijk worden samengedrukt, en dat dan allengs door uitwisseling aan het oppervlak tusschen de phasen de evenwichtstoestand zal intreden. In het geval, dat wij op het oog hebben, doet zich nu de bijzonderheid voor, dat de *beide* phasen bij samendrukking ieder voor zich in stabiel evenwicht blijven verkeeren, omdat de correspondeerende punten op de binodale lijn beide aan den vloeistofkant gelegen zijn en dus in het stabiele gedeelte overgaan. Met elkaâr zijn de phasen niet in evenwicht en waarschijnlijk zal dus aan het oppervlak binnen een klein gebied een continue overgang tusschen de phasen ontstaan, die zich openbaart in de waargenomen verdwijning van den meniscus. Natuurlijk geldt deze redeneering zoowel voor de temperaturen tusschen kritische raakpuntstemperatuur en plooipuntstemperatuur, als voor temperaturen, die een weinig beneden deze gelegen zijn. De verdwijning van den meniscus kan dus bij onvoldoende menging, behalve voor de retrograde condensatie, ook voor de normale condensatie in de plaats treden. Dat, ingeval een der twee punten aan de zijde der groote volumes gelegen is, bij voluumvermindering dit punt in het minder stabiele (en zelfs labiele) deel van de plooi terecht moet komen, en dus dadelijk een nieuwe partieele scheiding intreedt, moet als de oorzaak beschouwd worden, dat de vertraging daar minder in het oog vallende abnormaliteiten teweegbrengt. Ook neme men in aanmerking, dat hier de verschillen tusschen de phasen in den regel grooter zijn.

Voor enkele dagen is het nu aan Dr. KUENEN mogen gelukken, met behulp van het in zijne dissertatie (blz. 16, 17) beschreven electromagnetische roerdertje, een en ander *volkomen* te bevestigen. Met de uiterste zorg werd een nieuw mengsel bereid en deze bereiding zoo ingericht, dat een ontleding van het chloormethyl door de verwarming bij het afsmelten der CAILLETET-buis onmogelijk was; de toestellen waren nu bovendien geheel van glas en koper, zoodat de gassen waarschijnlijk zeer zuiver geweest zijn. De verhouding van het koolzuur in het mengsel bedroeg ongeveer $^2/_5$.

Wanneer gedurende de condensatie niet geroerd werd, werd, zooals te verwachten was, tusschen bepaalde temperatuurgrenzen verdwijning van den meniscus waargenomen. Deze grenzen waren ongeveer 100

en 107 graden. De beweging van het roerdertje wijzigde de verschijnselen in twee opzichten: 1°. trad voor de verdwijning het teruggaan van den meniscus, de retrograde condensatie, in de plaats, en 2°. werden de temperatuurgrenzen, waartusschen deze plaats vond, nauwer.

Beneden 102° had de condensatie het normale verloop.

Bij 102.5 was de waarneming twijfelachtig, bij 103° was de retrograde condensatie reeds merkbaar, hoewel nog zeer onduidelijk. De moeilijkheid van het onderzoek in deze buurt is gelegen in de bijna volkomen gelijkheid der beide phasen. De kleinste temperatuursverandering kan groote afwijkingen geven en de geringste drukverandering, die met den gebezigden drukregelaar aan te brengen was, bleek in de meeste gevallen reeds groot genoeg om, tegen de bedoeling in, den meniscus plotseling te doen verdwijnen. Dan slaagde ik er meestal in, het omgekeerde verschijnsel, dat bij expansie plaats moet vinden, duidelijker te voorschijn te roepen. Hoewel de getalsuitkomsten bij 103° dus onvast zijn, behoefde er aan het bestaan der retrograde condensatie niet getwijfeld te worden.

Bij 104° was het verschijnsel volkomen te volgen; zoo ook bij 105° en 106°. Voor de kritische temperatuur werd gevonden 106.5 ongeveer. Opmerkelijk was het groote verschil, dat vooral nabij deze temperatuur tusschen de phasen bestond: de breedte der lichtlijnen, die men in de CAILLETET-buis waarneemt, verschilde aanmerkelijk in de beide phasen en de meniscus was holler dan bij lagere temperatuur, geheel in overeenstemming met wat boven voorspeld werd.

Ter bevestiging mogen dienen de voorloopige waarnemingen verricht bij 105 graden. De volumes zijn in een willekeurige eenheid uitgedrukt, de drukken in atmosferen.

Vol.	Vol van de vloeistof.	Druk.
117.9	0	73.3
99.6	3.9	77.2
81.2	8.2	81.8
81.0	8.6	81.8
78.6	11.6	82.4
77.3	4.3	83.1
75.3	4.7	83.3
75.4	2.8	83.5
74.3	2.5	83.8
74.0	0	83.8

Het verloop van volumes en drukken is vrij regelmatig, in aanmerking genomen de groote moeilijkheid van de waarnemingen.

Nog verdient vermelding, dat de grenzen, waartusschen het ver-

schijnsel te zien is, nauwer zijn, dan de waarnemingen bij de vroegere mengsels zouden doen verwachten. Zal wellicht gedeeltelijk grootere zuiverheid van dit mengsel hierop van invloed geweest zijn, ten deele is het zeker het gevolg van de nauwkeurigheid, waarmede de condensatie-waarnemingen ditmaal verricht werden. Zooals boven reeds bleek, worden de grenzen door de vertraging aanmerkelijk wijder.

Tracht men ten slotte de waarnemingen van ANDREWS, die wel het meest uitvoerig de condensatie van zijne mengels heeft beschreven, met behulp van de geleverde theorie te verklaren, dan gelukt dit volkomen. Dat een experimentator als ANDREWS den waren gang van zaken niet heeft ingezien, is volkomen verklaarbaar uit zijn onbekendheid met de theorie van VAN DER WAALS, zonder welke de retrograde condensatie niet licht ontdekt zou zijn.

De Heer KAMERLINGH ONNES doet eene mededeeling namens den Heer P. ZEEMAN over:

Metingen over het verschijnsel van KERR *bij polaire reflectie op ijzer, kobalt en nikkel*, in het Natuurkundig laboratorium te Leiden.

Dr. SISSINGH heeft de amplitude en phase van den nieuwen component, die optreedt bij reflectie van // of ⊥ op 't invalsvlak gepolariseerd licht door een gemagnetiseerden ijzerspiegel bepaald in 't geval dat de magnetisatie *aequatoriaal* is.

De vergelijking met de theorie van Prof. LORENTZ leerde hem, dat tusschen de waargenomen en berekende phasen een constant verschil van ongeveer 85° bestond, dat wij 't SISSINGH'sche phaseverschil S, zullen noemen.

Bij de voortzetting van 't onderzoek lag het nu wel voor de hand, vooreerst bij *ijzer* na te gaan in hoeverre of de polaire reflectie zich onder die theorie laat brengen.

Vervolgens, in hoeverre of 't door de theorie gegeven verband tusschen polaire en aequatoriale reflectie bestaat.

Ten slotte te zien, welken invloed de kleur van het gereflecteerde licht op de verschijnselen heeft. Ofschoon deze onderzoekingen nog niet afgesloten zijn, kan daaromtrent toch reeds een voorloopige mededeeling worden gedaan.

Voor 't eerste punt kan men ten deele gebruik maken van waarnemingen van KAZ en RIGHI, die door Dr. SISSINGH berekend zijn.

Uit de waarnemingen van KAZ volgt, als men waarden voor de optische constanten aanneemt, zooals die gewoonlijk zijn, dat wanneer men zich aan de uitkomsten der metingen bij 80°, 68° 60° houdt, die de nauwkeurigste uitkomsten geven, een phaseverschil tusschen waarneming en theorie van gemiddeld 68° bestaat.

Uit RIGHI's waarnemingen bij 6 hoeken tusschen 44°18′ en 87° volgt, eveneens bij ondersteide waarden der optische constanten, een phaseverschil S van 75°.

Uit beider waarnemingen volgen sterke schommelingen in de berekende en waargenomen amplitudo's.

Over 't tweede punt kan men, daar noch KAZ, noch RIGHI de magnetisaties opgeven, geen besluiten trekken uit de vergelijking hunner aequatoriale en polaire waarnemingen, die buitendien, zooals uit de zoo evengenoemde afwijkingen blijkt, niet voldoende zijn.

Over 't derde punt bestaan waarnemingen van RIGHI, die geen vergelijking met de theorie toelaten, daar voor de niet juist gedefinieerde lichtsoorten ook een opgave der op zijn spiegel betrekking hebbende optische constanten ontbreekt.

Hieruit blijkt de wenschelijkheid van nieuwe metingen. In verband daarmeê heeft de Heer ZEEMAN nu bij *ijzer* de *polaire* reflectie verder onderzocht en gevonden, dat voorloopig kan worden aangenomen, dat ook dan tusschen waarneming en theorie slechts een SISSINGH's phaseverschil bestaat, waarvan 't bedrag ongeveer 80° gevonden werd.

Dit volgt uit metingen, op 3 spiegels verricht, waarvan de optische constanten voor D licht waren.

A	$I = 76°20'$	$H = 27°40'$
B	73°59′	28°45′
C	76°13′	27°39′.

Het genoemde phaseverschil bedraagt dan:

bij A	$S = 80°47'$
B	79°58′
C	80°30′.

Wat 't *tweede* punt betreft, de aansluiting tusschen aequatoriale en polaire reflectie is tot dusver 't volgende gevonden.

Volgens de theorie moet bij $i = 51°22'$ bij eenzelfde magnetisatie zijn, als μ de amplitudo aangeeft:

$$\frac{\mu \text{ aeq.}}{\mu \text{ pol.}} = 0{,}194.$$

Uit de aequatoriale waarnemingen van SISSINGH en die van den Heer ZEEMAN bij denzelfden hoek verrichte polaire volgt

$$\frac{\mu \text{ aeq.}}{\mu \text{ pol.}} = 0{,}294.$$

Brengt men nu in rekening dat bij SISSINGH de magnetisatie 1400 C. G.S. per volume-eenheid was en bij ZEEMAN's metingen deze 850 C. G.S. bedroeg, dan volgt, als men van de door DUBOIS ten deele bewezen evenredigheid tusschen μ en de magnetisatie gebruik maakt:

$$\frac{\mu \text{ aeq.}}{\mu \text{ pol.}} = 0.179,$$

dus eene overeenstemming tot op 8 pCt, wat niet uitsluit dat bij grooter nauwkeurigheid der proeven de overeenstemming nog beter kan blijken.

Het *derde* punt: de dispersie van 't verschijnsel, werd onderzocht door bij $i = 51^\circ 22'$ en polaire reflectie voor 3 verschillende kleurenmetingen te doen. Het monochromatisch licht werd hierbij verkregen met een spectroscoop van HILGER-CHRISTIE. De optische constanten van den spiegel werden voor dezelfde kleuren bepaald en wel bij herhaling om (mogelijk gebleken) veranderingen der spiegels te kunnen constateeren. Voortdurend geschiedden dan ook controle-waarnemingen over de onveranderlijkheid van 't gebruikte licht.

Gevonden werd o. a., als door *m* de phase wordt aangeduid:

	uit de waarn. m—180°.	uit theorie.
voor rood licht van .. $\lambda_1 = 0,618\,\mu$	$39^\circ\ 8'$	$-\ 29^\circ 58'$
blauw „ „ .. $\lambda_2 = 0,460\,\mu$	$53^\circ 10'$	$-\ 24^\circ 58'$

De theorie geeft eene dispersie van + 5° als men de berekening met de gemeten optische constanten verricht. Uit de waarnemingen volgt dus, dat SISSINGH's phaseverschil voor verschillend gekleurd licht eene verschillende waarde heeft.

Dat er dus eene *magneto-optische phasendispersie* is; van blauw tot rood bedraagt de dispersie in de *phase* + 14°2'.

Over de reflectie op gemagnetiseerd *kobalt* zijn tot dusver geen waarnemingen bekend, waaruit phase en amplitude zouden bepaald kunnen worden. De Heer ZEEMAN is begonnen met *polaire* metingen op dit metaal, dat boven ijzer voordeelen bezit die alleen in een uitvoeriger mededeeling plaats kunnen vinden. Deze metingen werden op een massieven kobaltspiegel verricht. Voor 3 kleuren werden de optische constanten als volgt gevonden:

$\lambda_1 = 0,618\,\mu$	$I = 76^\circ 33'$	$H = 30^\circ 49'$
$\lambda_2 = 0,540\,\mu$	$75^\circ 20'$	$31^\circ 23'$
$\lambda_3 = 0,460\,\mu$	$73^\circ 44'$	$31^\circ 27'$.

Uit de metingen bij $i = 60^o$ volgt wederom eene *magneto-optische phasendispersie* terwijl men de verandering van de magneto-opt. amplitude met de golflengte *magneto-optische amplitudedispersie* kan noemen.

De volgende uitkomsten werden verkregen:

kleur	waargen. $m-180^o$	berekend $m-180^o$	μ waargen.	μ berek. S	$\frac{\mu \text{ waargen.}}{\mu \text{ berek.}}$
λ_1	22°33′	−18°39′	$2{,}30 \times 10^{-3}$	2,77 A 41°12′	$0{,}83 \times \frac{10^{-3}}{A}$
λ_2	32°30′	−16°53′	$2{,}41 \times 10^{-3}$	2,44 A 49°23′	$0{,}99 \times \frac{10^{-3}}{A}$
λ_3	33°55′	−16°56′	$2{,}18 \times 10^{-3}$	2,03 A 50°51′	$1{,}07 \times \frac{10^{-3}}{A}$

A beteekent hierin $\frac{2\pi}{T} \varepsilon_1 h N$. De medegedeelde en nog volgende amplitudines gelden voor $I = 700$ C. G.S.

Verder werd nog bepaald, maar minder nauwkeurig, voor $i = 50^o$:

λ_2 25°9′ −22°21′ 47°30′

voor $i = 72^o$, phase minder nauwkeurig:

λ_2 45°5′ −6°44′ $1{,}96 \times 10^{-3}$ 2,02 A 51°49′ $0{,}97 \times \frac{10^{-3}}{A}$

Voor een electrolytisch neergeslagen *Nikkel*-spiegeltje werd nog gevonden voor $i = 50^o$:

$\lambda = 0{,}589\,\mu$ 11°40′ −19°30′ $1{,}20 \times 10^{-3}$ 31°10′ $0{,}52 \times \frac{10^{-3}}{A}$.

De Heer SCHOUTE biedt voor de werken der Akademie eene verhandeling aan van den Heer J. CARDINAAL, leeraar aan de Hoogere Burgerschool te Tilburg: „Over het ontstaan van oppervlakken van de vierde orde met dubbellijn, door middel van projectieve bundels van kwadratische oppervlakken". Zij wordt in handen gesteld van de Heeren SCHOUTE en BIERENS DE HAAN, om daarover verslag uit te brengen in de September-Vergadering.

Op voorstel van het Bestuur wordt besloten, den Hoogleeraar JAC. MOLESCHOT te Rome een gelukwensch aan te bieden, bij gelegenheid van de viering van zijn 70sten geboortedag in Augustus a.s.

Een concept van den daartoe dienenden brief wordt door den Secretaris gelezen en door de Vergadering goedgekeurd.

Voor de Boekerij wordt aangeboden door den Heer C. A. J. A. OUDEMANS diens „Quatorzième Contribution à la flore mycologique des Pays-Bas".

De Vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 24 September 1892.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. de mededeeling van den Heer MARTIN, dat hij verhinderd is de vergadering bij te wonen;

2°. brieven van de Heeren Dr. J. F. VAN BEMMELEN en Dr. P. VAN ROMBURGH, waarin zij dank zeggen voor hunne benoeming tot Correspondent;

3°. eene missive van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (19 Juli 1892) in antwoord op den brief der Afdeeling van 24 Juni 1892. De Minister wenscht 80 exemplaren van het verslag der Limnoria-Commissie voor zijn Departement te ontvangen, en stelt zich voor, de daaraan verbonden onkosten te dragen, indien deze soms niet uit de subsidie, aan de Limnoria-Commissie verstrekt, mochten kunnen worden gekweten;

4°. een brief van den Heer K. F. TEN SIETHOFF, oud adsistent-Resident van Billiton, te Arnhem, ter begeleiding van eenige voorbeelden, de uitkomst voorstellende van proeven om de werking van wrijvings-electriciteit zichtbaar te maken en die der positieve en negatieve stroomen op verschillende wijzen graphisch voor te stel len. Over het aanbod van den Heer TEN SIETHOFF om de beschrij-

ving van zijne proeven aan de Afdeeling mede te deelen, zal door den Secretaris nadere inlichting worden gevraagd.

Wiskunde. — De Heeren SCHOUTE en BIERENS DE HAAN brengen een gunstig verslag uit over de verhandeling van den Heer J. CARDINAAL, getiteld: „Over het ontstaan van oppervlakken van den vierden graad met dubbelrechte door middel van projectieve bundels van kwadratische oppervlakken"; weshalve besloten wordt, haar voor de werken der Akademie te bestemmen. Het verslag luidt als volgt:

De verhandeling, over welke wij thans verslag uitbrengen, sluit zich aan bij die, welke de Heer J. CARDINAAL voor twee jaar aan de Koninklijke Akademie aanbood. In die vorige verhandeling, welke op ons advies — uitgebracht in de September-vergadering van 1890 — werd opgenomen in de *Verslagen en Mededeelingen* (reeks 3, deel 8, blz. 88), hield de schrijver zich bezig met oppervlakken van den vierden graad, die een *dubbelkegelsnee* bezitten; in de nieuwe verhandeling levert hij een geheel overeenkomstig onderzoek van de oppervlakken van den vierden graad met *dubbelrechte.*

Bij de voortbrenging van het oppervlak O^4 van den vierden graad, met behulp van twee projectieve bundels $\overline{A^2 B^2}$ en $\overline{C^2 F^2}$ bepaald door de vier kwadratische oppervlakken A^2, B^2, C^2, F^2, die nu een rechte gemeen hebben, bedient de schrijver zich opnieuw van de verwantschap, die door Dr. TH. REYE in den 28sten „Vortrag" zijner „*Geometrie der Lage*" uiteengezet wordt. Met betrekking tot deze verwantschap verkeerde de schrijver echter niet in zulke gunstige omstandigheden als voorheen. Terwijl n.l. het bijzondere geval van deze verwantschap, waarbij de vier kwadratische oppervlakken A^2, B^2, C^2, F^2, die het lineaire stelsel bepalen, een kegelsnee gemeen hebben, in de aan REYE's hoofdwerk toegevoegde vraagstukken bijna volledig behandeld is, moest het bijzondere geval, waarbij deze vier bepalende oppervlakken een rechte gemeen hebben, nog worden onderzocht. Deze „Vorarbeit" is door den Heer CARDINAAL zelven ververricht en zal onder den titel: „Ueber einen besonderen Fall des F^2-Gebüsches und das dazu projectivische räumliche System" weldra in het *Journal von Crelle* verschijnen. Voorloopig worden hier alleen die uitkomsten meegedeeld, welke onmiddellijk toepassing moeten vinden.

Zoo als bekend is, doet de verwantschap van REYE met het lineaire stelsel der kwadratische oppervlakken A^2, B^2, C^2, F^2 gelegen in een ruimte Σ het lineaire stelsel der platte vlakken A_1, B_1, C_1, F_1 gelegen in een ruimte Σ_1 overeenkomen. Daarbij komt dan met het

oppervlak O^4 in Σ, dat door de projectieve bundels $\overline{A^2\, B^2}$ en $\overline{C^2\, F^2}$ voortgebracht wordt, in Σ_1 het door de projectieve vlakkenbundels $\overline{A_1\, B_1}$ en $\overline{C_1\, F_1}$ voortgebrachte kwadratische oppervlak O_1^2 overeen. Uit de bijzonderheden van dit „beeldoppervlak" O^2_1 moeten weer de bijzondere eigenschappen van O^4 worden afgeleid. Daartoe onderzoekt de schrijver nauwkeurig, welke krommen op O^4 overeenkomen met de rechten en kegelsneden van O^2_1 en welke bijzondere standen deze met betrekking tot de dubbelrechte d kunnen aannemen. Dit laatste punt voert dan tot het kernoppervlak. Deze meetkundige plaats der toppen van de in het lineaire stelsel begrepen kegels is een regelvlak van den vierden graad met d tot drievoudige rechte; dit oppervlak is de meetkundige plaats van de snijlijn der in het lineaire stelsel begrepen vlakkenparen, die naast de eigenlijke kegels met een op d gelegen top ontaarde kegels van het lineaire stelsel zijn. In verband hiermee splitst zich het oppervlak van Σ, dat met het kernoppervlak overeenstemt, in twee deelen, een gebogen oppervlak K^2_1 en een ontwikkelbaar oppervlak K^6_1. Het eerste wordt omhuld door het tweevoudig oneindig aantal vlakken, waarmee in Σ eigenlijke kegels overeenstemmen; terwijl het tweede omhuld wordt door het enkelvoudig oneindig aantal vlakken, dat aan de vlakkenparen van Σ beantwoordt.

Evenals in de vorige verhandeling maakt de Heer CARDINAAL bij de rangschikking der oppervlakken O^4 in acht hoofdgroepen gebruik van drie elkaar doordringende verdeelingen in tweeën. Eerstens kunnen de kwadratische oppervlakken buiten d om geen punt gemeen hebben, of een, twee of drie punten. Ten tweede kan het beeldoppervlak O_1^2 een regelvlak of een kegelvlak zijn. En ten derde kan O_1^2 een algemeenen of een byzonderen stand hebben met betrekking tot de beide oppervlakken K_1^2 en K^6_1. Het verdient opmerking, dat het aantal verschillende gevallen in elke hoofdgroep hier zeer belangrijk worden kan. Want tegenover het algemeene geval van het lineaire stelsel met basisrechte staan drie bijzondere gevallen van een, twee of drie bijkomende basispunten. En naast de ligging van O_1^2 met betrekking tot K_1^2, waarbij reeds dertien verschillende gevallen te onderscheiden zijn, komt ook de ligging van O_1^2 met betrekking tot K_1^6 in beschouwing. Dit laatste punt echter wordt door den schrijver voorloopig buiten rekening gelaten.

In het eerste hoofdstuk zet de schrijver zijn methode uiteen. In de acht volgende onderzoekt hij de oppervlakken der acht hoofdgroepen. En in het negende hoofdstuk vergelijkt hij zijne uitkomsten met de bekende van SALMON.

Volgens onze overtuiging heeft de Heer CARDINAAL een belang-

rijke bijdrage geleverd tot de studie der oppervlakken van den vierden graad met dubbelrechte; gaarne adviseeren wij u deze nieuwe verhandeling in de werken der Akademie te doen opnemen.

Natuurkunde. — H. A. Lorentz: *„Over de terugkaatsing van licht door lichamen die zich bewegen".*

In eene verhandeling, die weldra in de *Archives Néerlandaises* zal verschijnen [1]), heb ik de theorie der electriciteitsbeweging behandeld in de onderstelling, dat de ponderabele stof volkomen doordringbaar is voor den aether en dus dezen laatsten in rust laat, hoe zij zich ook bewege. Dit denkbeeld werd nader uitgewerkt met 't oog op de voortplanting van electrische trillingen — d. w. z. lichttrillingen — in eene doorschijnende isotrope stof, die zich in haar geheel met eene overal even groote snelheid en overal in dezelfde richting door den aether verplaatst. De uitkomst was dat eene dergelijke stof de lichtgolven juist zal medesleepen op de door Fresnel onderstelde wijze.

Het is mij thans gebleken, dat de vergelijkingen, die de lichtbeweging bepalen, in een tamelijk eenvoudigen vorm kunnen worden gebracht, vooral wanneer men zich van eenige in de vector-analyse gebruikelijke teekens bedient.

Men voere drie coördinaatassen OX, OY, OZ in, die in de beweging der ponderabele stof deelen, en zoo gericht zijn, dat eene wenteling over een rechten hoek van OY naar OZ tegengesteld is aan de beweging der wijzers van een uurwerk, dat met de wijzerplaat naar den kant van OX is gekeerd.

Is $\mathbf{M}$ een vector met de componenten $\mathbf{M}_x$, $\mathbf{M}_y$, $\mathbf{M}_z$ — welke grootheden functiën zijn van x, y, z en van den tijd t — dan worde onder de divergentie van $\mathbf{M}$, of

$$\text{Div. } \mathbf{M}$$

verstaan de uitdrukking

$$\frac{\partial \mathbf{M}_x}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{M}_y}{\partial y} + \frac{\partial \mathbf{M}_z}{\partial z};$$

onder de rotatie van $\mathbf{M}$ of

$$\text{Rot. } \mathbf{M}$$

de vector met de componenten

---

[1]) *Arch. Néerl.*, T. XXV, p. 363.

$$\frac{\partial \mathbf{M}_z}{\partial y} - \frac{\partial \mathbf{M}_y}{\partial z}, \quad \frac{\partial \mathbf{M}_x}{\partial z} - \frac{\partial \mathbf{M}_z}{\partial x}, \quad \frac{\partial \mathbf{M}_y}{\partial x} - \frac{\partial \mathbf{M}_x}{\partial y},$$

en onder de vector die tot componenten heeft

$$\frac{\partial \mathbf{M}_x}{\partial t}, \quad \frac{\partial \mathbf{M}_y}{\partial t}, \quad \frac{\partial \mathbf{M}_z}{\partial t}.$$

Door

$$\text{Vect. } (\mathbf{N}\,\mathbf{M})$$

worde aangewezen het vectorproduct van de vectoren $\mathbf{M}$ en $\mathbf{N}$, d. w. z. de vector met de componenten

$$\mathbf{M}_y \mathbf{N}_z - \mathbf{M}_z \mathbf{N}_y, \quad \mathbf{M}_z \mathbf{N}_x - \mathbf{M}_x \mathbf{N}_z, \quad \mathbf{M}_x \mathbf{N}_y - \mathbf{M}_y \mathbf{N}_x.$$

Behalve de snelheid p der ponderabele stof — waarvan de tweede en hoogere machten verwaarloosd worden — komen ter sprake:

1. Twee vectoren $\mathbf{D}$ en $\mathbf{E}$, die in 't geval van rust samenvallen met de diëlectrische verplaatsing en de electrische kracht en die in 't algemeen met deze benamingen kunnen worden bestempeld;

2. de magnetische kracht .

Is nu V de voortplantingssnelheid van het licht in den aether en n de absolute brekingsindex der beschouwde stof (als zij in rust is), dan zijn de bewegingsvergelijkingen

$$\text{Div. } \mathbf{D} = 0,$$
$$\text{Div. } \mathbf{H} = 0,$$
$$\text{Rot. } \mathbf{E} = -\dot{\mathbf{H}},$$

$$\text{Rot. } \left[\mathbf{H} + \frac{1}{V^2}\text{Vect. } (\mathbf{E}p)\right] = 4\,\pi\,\dot{\mathbf{D}},$$

$$4\,\pi\,V^2\,\mathbf{D} = n^2\,\mathbf{E} + \text{Vect. } (\mathbf{H}p).$$

Men kan er uit afleiden dat werkelijk de „meêsleepingscoëfficient" de door FRESNEL aangegeven waarde

$$1 - \frac{1}{n^2}$$

heeft.

De vergelijkingen zijn ook van toepassing op eene niet-homogene stof — waarin n van punt tot punt verandert — en door eene scherpe afscheiding van twee stoffen als een grensgeval te behandelen van een geleidelijken overgang kan men uit de formules ook de grensvoorwaarden aan een scheidingsvlak afleiden. Zij komen hierop neer, dat doorloopend moeten zijn:

de normale componenten van **D** en **H**

en de tangentiale componenten van

$$\mathbf{E} \text{ en van den vector } \left[\mathbf{H} + \frac{1}{V^2}\,\text{Vect.}\,(\mathbf{E}p)\right].$$

Door $p = 0$ te stellen keert men tot bekende vergelijkingen terug.

Ik heb van de verkregen betrekkingen gebruik gemaakt, om de terugkaatsing te onderzoeken van een bundel evenwijdige, gepolariseerde lichtstralen door het platte grensvlak van twee doorschijnende stoffen met de absolute brekingsindices n_1 en n_2. Daarbij werd het volgende gevonden:

1. De *relatieve* lichtstralen [1]) gehoorzamen aan de gewone wetten der terugkaatsing en breking.

2. De trillingstijd ondergaat eene verandering, overeenstemmende met hetgeen men uit het beginsel van DOPPLER kan afleiden.

3. Wordt de amplitudo van het invallende licht $= 1$ gesteld, dan is die van het teruggekaatste licht,

als de stralen in het invalsvlak gepolariseerd zijn:

$$\frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)}\left\{1 - \frac{2\,p_1 \cos i}{V n_1}\right\},$$

en als zij loodrecht op 't invalsvlak gepolariseerd zijn:

$$\frac{tg\,(i-r)}{tg\,(i+r)}\left\{1 - \frac{2\,p_1 \cos i}{V n_1}\right\}.$$

Daarbij zijn i en r invals- en brekingshoek voor de relatieve lichtstralen; p_1 is de component van p, volgens de naar de tweede stof getrokken normaal, dus de snelheid waarmede 't spiegelende oppervlak terugwijkt.

Om de uitkomsten op de proef te stellen kan men ze met de wet van 't behoud van arbeidsvermogen vergelijken. Dit vereischt weinig berekening als men aanneemt, dat de eerste stof de aether is ($n_1 = 1$), dat 't licht loodrecht invalt en dat de spiegel *volkomen* reflecteerend is, d. w. z. dat hij, als hij stil staat, 't licht geheel terugkaatst. Men verkrijgt dit geval als men $n_2 = \infty$ stelt.

De volkomen reflecteerende spiegel laat geen licht door. Dat nu toch de amplitudo van het teruggekaatste licht slechts

$$1 - \frac{2\,p_1}{V}$$

---

[1]) Zie: *Verslagen en Mededeelingen*, Reeks III, Deel II, p. 324—329 of *Arch. Néerl.* T. XXI, p. 129—134.

maal die van het invallende licht is vindt zijne verklaring hierin, dat, terwijl de spiegel terugwijkt, telkens nieuwe deelen der ruimte met lichtbeweging, dus met arbeidsvermogen, gevuld worden en dat bovendien wegens de lichtbeweging op den spiegel een druk wordt uitgeoefend, die bij de verplaatsing een zekeren arbeid verricht.

Is in 't invallende licht k de maximumwaarde der dielectrische verplaatsing, dan is het arbeidsvermogen in dien bundel per volume-eenheid

$$2\pi V^2 k^2, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

zoodat, wanneer de doorsnede van den lichtbundel met een vlak evenwijdig aan den spiegel de grootte 1 heeft, per seconde een hoeveelheid arbeidsvermogen

$$2\pi V^3 k^2, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

naar den spiegel wordt gevoerd.

De amplitudo in 't teruggekaatste licht is

$$k\left(1 - \frac{2p_1}{V}\right)$$

en dus wordt per seconde weggevoerd het arbeidsvermogen

$$2\pi V^3 k^2 \left(1 - \frac{2p_1}{V}\right)^2 \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3).$$

Voor het verschil van (2) en (3) kan men schrijven

$$8\pi V^2 k^2 p_1 \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4).$$

Per tijdseènheid verplaatst zich de spiegel over een afstand p_1 en wordt dus eene ruimte p_1 met arbeidsvermogen gevuld. Het bedrag daarvan wordt gevonden als men p_1 vermenigvuldigt met de som van (1) en $2\pi V^2 k^2 \left(1 - \frac{2p_1}{V}\right)^2$; het is dus

$$4\pi V^2 k^2 p_1.$$

Dit is de helft van de hoeveelheid (4). De andere helft wordt besteed tot het verrichten van arbeid bij het verschuiven van den spiegel. De druk moet dus bedragen

$$4\pi V^2 k^2,$$

hetgeen met de uitkomst van MAXWELL overeenstemt.

Geologie. — Door den Heer VAN BEMMELEN worden aangeboden uit naam van den Heer MARTIN, Voorzitter der geologische Commissie, N°. 8 en 9 van de Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland.

H. VAN CAPPELLE, *Kaarteerstudiën in het diluvium van Lochem.*

De proeven van geologische kaarteering, welke in het vorig jaar in het Nederlandsch diluvium ondernomen werden [1]), met het doel, om voor een ontwerp voor de geologische kaart gegevens te verzamelen, werden gedurende den afgeloopen zomer door mij voortgezet. Zeer wenschelijk kwam het mij voor, ditmaal een terrein te kiezen, waar, nevens het keileem, het praeglaciaal diluvium aan de oppervlakte ontwikkeld is, en waar de jongere diluviale vormingen niet alleen door fijn zand („Zanddiluvium"), doch ook door zand met gerolde steenen (rolsteenzand) vertegenwoordigd worden, dat na de afsmelting van het landijs door een zuidelijken stroom is afgezet.

Had reeds eene kaarteering van Markelo veel grootere moeielijkheden opgeleverd dan eene grensbepaling der verschillende diluviale vormingen in de omstreken van Havelte — gelijk den lezer uit de bij de twee geologische kaartjes gevoegde verslagen zal gebleken zijn —, in een gebied als dat, hetwelk ik hier op het oog heb, zouden nog veel grooter moeielijkheden moeten overwonnen worden.

De keuze van het terrein viel mij niet moeielijk. Dr. J. LORIÉ deelt in zijn werk over het Nederlandsch diluvium van den Lochemerberg mede [2]), dat in een zandkuil aan de westelijke helling de opgerichte lagen van het praeglaciaal diluvium te zien zijn, terwijl het voorkomen van keileem door eene mondelinge mededeeling van Dr. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK buiten twijfel was gesteld. Voeg ik hier nog bij, dat de ontwikkeling van een postglaciaal zuidelijk diluvium in de omstreken van Lochem, na de bewijzen, die ik voor het voortduren der zuidelijke en oostelijke afzettingen in het oosten van ons land na de afsmelting van het landijs heb geleverd [3]) en na de meening, die Dr. SCHROEDER VAN DER KOLK

---

[1]) Dr. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK. Verslag eener proeve van geologische karteering in de omstreken van Markelo en Dr. H. VAN CAPPELLE. Kort verslag van eenige geologische waarnemingen in het diluviale gebied van West-Drenthe (Versl. en Meded. Kon. Ak. v. Wetensch. 1891).

[2]) Contributions à la géologie des Pays-Bas, II. *Arch.* TEYLER. Série II F. III première partie blz. 53.

[3]) Geologische resultaten van eenige in West-Drenthe en in het oostelijk deel van Overijssel verrichte grondboringen. Uitgegeven door de Kon. Ak. v. Wetensch. Amsterdam 1890.

over het westelijke hellingzand van den Markelo'schen keileemrug heeft uitgesproken [1]), zeer waarschijnlijk kon geacht worden, dan heb ik de voornaamste redenen genoemd, waarom het diluvium van Lochem mij tot het verrichten van kaarteerstudien zoo bizonder aanlokte.

Ik kan hier slechts enkele hoofdfeiten, die ik tijdens mijn verblijf te Lochem leerde kennen, in het kort vermelden, doch stel mij voor, wanneer al het bijeengebrachte materiaal verwerkt is, een afzonderlijke studie over het diluvium van Lochem met schetskaartje en profielen in het licht te geven.

Als uitgangspunt koos ik de plaats, waar de stoomtramlijn van Lochem naar Borkulo op den grintweg naar Barchem uitkomt, en waar ik het keileem aangesneden vond. Dit leem, dat aan de oppervlakte tot ruw, leemig zand (keizand) verweerd is, onderscheidt zich van het keileem van Markelo door zijn zeer gering gehalte aan noordelijke steensoorten. Ik verzamelde uit dit leem een fraai rondafgeschuurden diabaas, *met duidelijke gletscherkrassen.* De dikte, die het keileem hier bereikt, is mij onbekend gebleven. Naar beneden wordt het leem langzaam vetter, het aantal keien geringer, doch de onderkant kon niet bereikt worden.

Van hieruit nu werden in verschillende richtingen boringen gedaan, om de horizontale grenzen van het keileem te bepalen. Als hulpmiddel bij mijne onderzoekingen maakte ik gebruik van een eenvoudige, 1.50 M. lange, lepelboor, die door middel van een houten kruk den grond ingedraaid werd. Deze methode — hoewel voor boringen, die tot meer dan 0.50 M. diepte moesten worden voortgezet, eenigzins omslachtig — voldeed uitmuntend, niet alleen omdat de boor tegen den harden steenigen bodem volkomen bestand bleek te zijn, doch ook daar ik spoedig genoegzame ondervinding had opgedaan, om reeds uit het krassend geluid, dat de boor bij het ronddraaien te voorschijn riep en uit den grooten weerstand, welke daarbij moest overwonnen worden, tot de aanwezigheid van zeer leemig, ruw zand in den ondergrond te kunnen besluiten. De keien liggen toch zóó vast in dezen bodem samengepakt, dat zelfs kleine steenen het dieper boren onmogelijk maakten, tenzij het gelukte hen te verbrijzelen. In het daaraangrenzende *rolsteen*zand daarentegen, dat wegens de weinige in het keileem ingesloten noordelijke steenen, van het verweeringsproduct dezer vorming — het *kei*zand — moeielijk te onderscheiden is, was voor het omdraaien

[1]) l. c. blz. 138.

der boor een veel minder groote krachtsinspanning noodig en konden zelfs vrij groote steenen gemakkelijk verplaatst worden.

Ik meende dus geen gevaar te kunnen loopen, fouten te begaan, wanneer ik op afstanden van 25 M. boringen tot eene diepte van hoogstens 0.50 M. verrichtte, en wanneer ik voor de contrôle slechts om de vier boringen tot eene diepte van 1 M. of 1.50 M. — tot het keileem — dóórboorde.

Hoewel het ook aan andere verschijnselen te zien was of aan de oppervlakte rolsteenzand dan wel keizand ontwikkeld was — o. a. aan den stand van het veldgewas en aan de grootte en het aantal der over den bodem verspreid liggende steenen —, *uit het karakter der zwervelingen mogen echter te Lochem geene gevolgtrekkingen met betrekking tot de aard des bodems worden afgeleid*, en dat wel wegens het hier en daar geheel ontbreken van noordelijke steensoorten in het keizand en wegens de bijmenging van noordsche keien op sommige plaatsen van het rolsteenzandgebied — vooral daar, waar dit zand aan den voet of op de helling van een keileemhoogte is afgezet.

In de tweede plaats heb ik getracht, de grenzen tusschen het keileem en het praeglaciaal diluvium te bepalen, hetgeen, alweder wegens de weinige noordelijke steenen in het keileem van Lochem en wegens de dunne bedekking van ruw zand zonder noordsche keien en somwijlen zelfs van keileem hier en daar op en tegen de praeglaciale hoogten, zeer moeielijk was. Ik besloot daarom de grens tusschen deze beide vormingen daar te trekken, waar de bodem zich gelijkmatig uit het golvende keileemoppervlak verheft. Doorgaans viel deze grens met de grens tusschen bosch en bouwland en met het verdwijnen der laatste sporen van noordelijke zwervelingen samen.

Zoo hebben dan mijne kaarteerstudien den zoogenaamden Lochemerberg als een reeks van vier hooge heuvels leeren kennen, die in een van het zuidoosten naar het noordwesten loopende lijn gelegen zijn en achtereenvolgens onder de namen: Kaleberg, Zwiepscheberg, Lochemerberg en Paaschberg bekend zijn en die de plaatsen uitmaken, waar het praeglaciaal diluvium uit het keileemoppervlak te voorschijn treedt. Niet alleen de richting, doch ook het feit, dat deze heuvelreeks zich aan de steile westzijde als een doorloopende hooge wal vertoont, doet mij den Lochemerberg met de door SCHRÖDER [1]) in het noordduitsche diluvium beschreven „Durchragungszüge" vergelijken en dus met eene eindmoraine gelijk stellen. Ook de bouw dezer vier doorborende heuvels bleek mij met deze opvatting vol-

[1]) H. SCHRÖDER. Ueber Durchragungszüge und-Zonen in der Uckermark und in Ostpreussen. (*Jahrb. d. k. pr. geol. Landesanst f.* 1888. Berlin 1889. S. 166—211).

komen in overeenstemming te zijn: de talrijke doorsneden toch, welke deze heuvels mij hebben opgeleverd, en waarin men den steil opgerichten bouw der zand-, leem- en grintlagen hier en daar in een zadelvormigen bouw ziet overgaan, bewijzen overtuigend, dat de steile oprichting der lagen van het praeglaciaal diluvium door ijsdruk is tot stand gekomen.

Ten slotte zij nog vermeld, dat het, ten westen en ten oosten deze heuvelreeks begrenzende, rolsteenzand niet met de smeltwateren van het landijs in verband kon gebracht worden, doch dat talrijke gravingen en boringen in dit zandgebied mij geleerd hebben, dat dit zand langen tijd na de afsmelting van het landijs door een zuidelijken stroom is afgezet, en dat het steenlooze zand, te midden waarvan de „Lochemerberg" zich verheft, van nog jongeren datum is. Overal toch, waar ik in laatstgenoemd zand door gravingen en boringen den ondergrond trachtte te leeren kennen, bleek de bovenlaag zoowel van het onderliggende rolsteenzand als van het nog dieper liggende keileem door humus zwart gekleurd te zijn en talrijke wortels en andere plantenoverblijfselen te bevatten. Voor het rolsteenzand zal dus een interglaciale ouderdom moeten aangenomen worden, terwijl het steenlooze zand gedurende den tweeden glaciaaltijd of gedurende de afsmelting van de jongste landijs bedekking zal gevormd zijn.

Van mijn voornemen, om ook deze beide zandvormingen in kaart te brengen heb ik moeten afzien, daar ook op het steenlooze zand, daar waar dit het rolsteenzand begrenst, doorgaans een grooter of kleiner aantal steenen verspreid liggen, die later van de hoogere gronden versleept zijn geworden. De onnauwkeurigheid, hierdoor ontstaan, is echter zeer gering, omdat het rolsteenzand meestal reeds op een afstand van hoogstens 25 M. van het oudere diluvium verwijderd onder het jongste zand wegschiet — ja zij zal geheel verdwijnen, wanneer voor de uitgave der geologische kaart de schaal van 1 : 50,000 gebezigd wordt.

J. L. C. Schroeder van der Kolk. *Verslag over eenige geologische onderzoekingen in den zomer van* 1892 *verricht.*

In den afgeloopen zomer hield ik mij voornamelijk bezig met het verzamelen van gesteenten in ons diluvium. Het zij mij vergund vooraf in 't kort aan te toonen dat er inderdaad uit deze waarnemingen met der tijd gevolgtrekkingen zullen kunnen worden afgeleid.

Van de waarnemingen over een uitgestrekt gebied verricht, spreekt dit wel van zelf. Sommige gesteentesoorten worden in het geheele gebied van het skandinaafsch diluvium slechts aangetroffen binnen waaier-

of sectorvormige terreinen. In het hoekpunt van den sector bevindt zich de vaste rots, op het gebied van den sector vindt men de losse brokken van het gesteente en wel des te dichter gezaaid naarmate men meer tot het hoekpunt nadert.

Nemen wij een paar voorbeelden:

Ålandsgesteenten, waarvan de vaste rots, als graniet, rapakivi en porfier op de Ålandseilanden bekend is, worden gevonden in een sector welks hoekpunt de Ålandseilanden vormen, welks eene been door het hoekpunt en Lyck in Oost-Pruisen loopt of nog oostelijker ligt, en welks andere been eenigszins gebogen is; van het hoekpunt uitgaande volgt het ongeveer de zweedsche kust en loopt verder over Cimbrishamn, Engelholm en Aalborg [1]). Wanneer wij in de litteratuur slechts op de meest bekende vindplaatsen acht slaan en in aanmerking nemen dat de nabijheid van wetenschappelijke centra, zooals Lund, Kopenhagen en andere steden het aantal vindplaatsen doet toenemen, dan zien wij niet alleen het aantal vindplaatsen (± 70) naar het hoekpunt toe stijgen, maar dan blijkt het ook uit de aanteekeningen der verschillende onderzoekers, dat de vindplaatsen zelve des te rijker worden naarmate zij het hoekpunt naderen.

Dit laatste is ook uitstekend bij de skandinaafsche basalten waar te nemen. Het eene been loopt hier van Skåne over Fredericia, het andere over Eberswalde en de ongeveer 30 vindplaatsen zijn zoodanig verdeeld, dat, al kende men het voorkomen van basalt als vaste rots in Skåne ook niet, men ongetwijfeld het besluit zou trekken: in Skåne moet de oorsprong dier gesteenten liggen.

Zoo is, om nog een voorbeeld kort te vermelden, de meridiaan van Kristiania het oostelijke been van den sector der Rhombenporfieren, het westelijke been is niet bekend.

Het is duidelijk dat uit de bovenstaande en uit dergelijke waarnemingen in verband met de onderlinge verticale ligging der sectoren gevolgtrekkingen kunnen worden afgeleid omtrent de bewegingsrichting van het landijs, maar het is tevens duidelijk dat wij in Nederland wegens de geringe uitgestrektheid van gebied hiertoe slechts weinig kunnen bijdragen. Zijn er eenmaal in Hilversum en aan de Maarn, om een voorbeeld te nemen, Ålandsgesteenten gevonden, dan zijn de vondsten in oostelijker streken voor het kennen van den sector van weinig waarde; wel kan het van belang wezen de westelijke of zuidelijke grenzen verder naar het Westen of het

---

[1]) Schetskaartjes waarop de verspreiding van deze en vele andere zwervelingen staat aangegeven, zijn door mij bij de verzameling Nederland in het Rijks Museum voor geologie te Leiden gevoegd.

Zuiden te verleggen, of ook bij de oostelijke vondsten de verticale verspreiding waar te nemen.

Voor onderzoekingen binnen de nederlandsche grenzen doen wij dus beter een eenigszins anderen weg in te slaan. Wij gaan hierbij uit van de volgende onderstelling: Wanneer twee punten liggen in een lijn in welker richting het landijs zich heeft bewogen, zullen de op deze punten gevonden gesteentesoorten min of meer overeenstemmen. Het is geraden slechts die zwervelingen in de beschouwing op te nemen wier oorsprongsgebied met hooge waarschijnlijkheid bekend is. Dit is het geval met de Ålandsgesteenten en met enkele zeldzamere zwervelingen. Het schijnt echter mogelijk te wezen het aantal bruikbare soorten nog eenigszins uit te breiden.

Vinden wij namelijk twee gesteentesoorten, wier vaste rotsen in het Noorden buren zijn, ook in Nederland in elkanders gezelschap, dan bezitten wij daarin goede gidsblokken. Inderdaad is dit bij enkele gesteenten het geval:

Scolithuszandsteen is als vaste rots in Zweden op meer dan een punt bekend o.a. bij Calmar (tegenover het eiland Öland) — de eenige vindplaats van Påskallavikporfier als vaste rots ligt bij Calmar. De Scolithuszandsteen is tot nog toe in Nederland slechts bij Markelo overvloedig aangetroffen, tot nog toe is Markelo de eenige vindplaats in Nederland van Påskallavikporfier. Daar waar de (sedimentaire) Scolithuszandsteen minder talrijk is, zooals aan de Maarn, het Roode klif, Buinen, Steenbergen, Vries, Groenlo, Eibergen en Groningen is de (eruptieve) Påskallavikporfier begrijpelijkerwijze niet of zeer schaars aangetroffen. Tot een dergelijk voorbeeld kunnen de Dalakwartsiet en de Öjediabaas dienen; hiervan later meer.

De vindplaatsen van silurische kalksteenen bevinden zich, zooals bekend is, alle in de noordelijke streken van ons diluvium. Welke gevolgtrekkingen hieruit zijn afgeleid is voldoende bekend. Het was nu mijn bedoeling ook voor de zuidelijker streken van ons diluvium waarnemingen te verrichten, die tot richtingsbepaling zouden kunnen leiden. Hiertoe onderzocht ik drie keileembanken op hun gesteentesoorten, twee bij Hilversum en een bij Markelo.

Bij Hilversum werden de beide boven elkander liggende banken onderzocht, die in het Gooische gat zijn aangesneden; bij Markelo de keileem van den Viersprong.

Uit de onderste bank bij Hilversum werden 155 gesteenten bijeengebracht; hieronder bevonden zich 1 Kinnediabaas, 21 Dalakwartsieten, 5 vuursteenen en 4 Oejediabazen.

Uit de bovenste bank verzamelde ik 165 zwervelingen: 1 Kinnediabaas, 18 Dalakwartsieten, 3 vuursteenen en 4 Oejediabazen.

De Markelosche bank gaf op 128 stuks 1 Åsbydiabaas, 1 Ålandsrapakivi, 3 Dalakwartsieten en 21 vuursteenen.

De groote overeenkomst tusschen de beide Hilversumsche banken en het verschil tusschen deze en de Markelosche zal het beste blijken uit het volgende overzicht, waar de betrekkelijke hoeveelheden tot percenten zijn afgerond.

	Hilv. ond.	Hilv. bov.	Markelo.
Ålandsrapakivi	—	—	1 pCt.
Kinnediabaas	1 pCt.	1 pCt.	—
Oejediabaas	3 „	3 „	—
Dalakwartsiet	14 „	12 „	2 pCt.
Vuursteen	3 „	2 „	15 „

Qualitatief onderzoek zou hier tot niets leiden, daar ik, om een voorbeeld te noemen, bij ijverig zoeken ook uit het Gooische Gat Ålandsrapakivi verzamelde. Dit neemt echter niet weg dat het Gesteente daar zeldzaam, bij Markelo vrij algemeen is.

In het geheel werden de volgende gesteenten verzameld:

Ålandsrapakivi.

Omstreken van het Gooische Gat, een sterk verweerd brok ter grootte van ongeveer twee kubieke decimeters.

De Maarn (Spoorweginsnijding), 1 klein frisch brok.

Keileem van den Viersprong, 2 kleine frissche brokken.

Omstreken van Holten bij Deventer, 1 stuk.

Påskallavikporfier.

Keileem van den Viersprong (sterk gelijkende op No. 176, beschreven in den Bulletin de la Société belge de Géologie etc. 1892).

Åsbydiabaas.

Keileem van den Viersprong.

Kinnediabaas.

Gooisch gat, 5 stuks.

Oejediabaas.

Gooische Gat, een violette varieteit.

Omstreken van het Gooische gat, 4 varieteiten.

Scolithuszandsteen.

Keileem van den Viersprong.

Dalakwartsiet.

Veel uiteenloopende varieteiten uit alle drie de leembanken, bovendien van de Maarn en van de omstreken van het Gooische gat.

Eindelijk werden nog drie kalksteenen, waarvan een met koralen, uit de Spoorweginsnijding aan de Maarn verzameld.

Het onderzoek van de omstreken van Deventer is aangevangen, doch niet voldoende gevorderd om hierover nu reeds verslag uit te kunnen brengen. Hierop, evenals op eenige waarnemingen omtrent verband van bodem en planten, hoop ik later terug te komen.

Ten slotte zij hier in het kort een putboring vermeld op de Markt te Bodengraven, waarop Dr. C. D. OUWEHAND, toen te Bodegraven woonachtig, mijn aandacht vestigde. Voor het onderzoek stonden 32 boorproeven ten dienste verzameld op diepten van 11 tot 67.71 meter.

Er mogen hier een lijst volgen der diepten waarop de verschillende monsters werden verzameld.

N°. 1 : 11,— M.	N°. 9 : 25,62 M.	N°. 17 : 40,26 M.	N°. 25 : . . . . .
„ 2 : 13,80 „	„ 10 : 27,45 „	„ 18 : 42,09 „	„ 26 : 56,73 M.
„ 3 : 14,78 „	„ 11 : 29,28 „	„ 19 : 43,92 „	„ 27 : 58,56 „
„ 4 : 16,50 „	„ 12 : 31,11 „	„ 20 : 45,75 „	„ 28 : 60,39 „
„ 5 : 18,30 „	„ 13 : 33,— „	„ 21 : 47,58 „	„ 29 : 62,22 „
„ 6 : 20,13 „	„ 14 : 34,72 „	„ 22 : 49,41 „	„ 30 : 64,05 „
„ 7 : 21,96 „	„ 15 : 36,60 „	„ 23 : 51,24 „	„ 31 : 65,88 „
„ 8 : 23,79 „	„ 16 : 38,42 „	„ 24 : 53,07 „	„ 32 : 67,71 „

De boringen 1—25 bevatten alle, doch in verschillende mate, koolzure kalk; in de proefjes 26—29 nam dit gehalte geleidelijk af, zoodat het in de proefjes 30—32 slechts mikrochemisch was te herkennen.

Met het bloote oog was het volgende op te merken:

N°. 1—2 : geelbruin, vrij grof zand, ongelijkmatig van korrel. Dit laatste werd wellicht veroorzaakt doordien zich aanvankelijk in het zand grindlaagjes bevonden.

N°. 3—13 : grijs zand, naar 13 toe geler, gelijkmatig van korrel met uitzondering van de nummers 10 en 13, waarin zich waarschijnlijk aanvankelijk grindlaagjes bevonden.

N°. 14 : vaste leem.

N°. 15 : losse leem.

N°. 16—21 : min of meer leemig en humeus.

N°. 23—25 : zeer fijn grijs zand.

N°. 26 : iets grover zand.

N°. 27—28 : eenigszins leemachtig zand.

N°. 29—32 : fijn grijsachtig zand.

Ten slotte volgt hier nog een voorloopig overzicht van hetgeen met het mikroskoop werd waargenomen.

Schelpbrokjes : 1, 2, 3, 4, 7, soms met chitine (2).

Foraminiferen (gelijkende op *Rotalia* : 22, 24).

Bryozoen : 23, 24.

Kiezelnaalden : 22, 23, 24, 25, 26 (in deze laatste proef zeer weinig).

Calciet, soms in zeer schoone rhomboeders : 3, 16, 17, 19, 20, 23, 25.

Muscoviet, meestal met het bloote oog zichtbaar, bijna in alle proefjes aanwezig.

Biotiet : 1, 3, 6, 9, 12, 16, 17.

Bruine amphibool : 1.

Groene amphibool : 2 (hier in één geval aan kwarts verbonden), 3, 13, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.

Augiet : 8.

Rhombische pyroxeen : 8.

Glaukoniet (?) : 23, 24, 25, 26.

Orthoklaas : 1, 3, 4, 11, 13, 20, 22, 27.

Mikroklien : 1, 20, 22, 28, 30 (talrijk), 31, 32.

Plagioklaas ; 3, 18, (uitblusschingshoek 19°), 20, 27, 30 (uitblus schingshoek 10°).

Epidoot en *viridiet* : 20, 21, 22, 23, 29, 31, 32.

Granaat : 8 (met pleonast), 9, 17, 19, 20, 21, 23, 29, 30.

Toermalyn : 8, 28, 31 (ω bruin, ε bijna kleurloos).

Apatiet : 8, 30.

Zirkoon (goed herkenbaar aan den dikwijls prachtigen kristalvorm, de positieve, sterke dubbelbreking en de sterke lichtbreking) : 9, 21, 27, 28, 30, 32.

Rutiel : 20 (in kwarts), 26.

Vuursteen : 12, 13, 26.

Lei : 13, 14.

Zandsteen : 1, 10, 13.

De kwartskorrels van N°. 1 bevatten dikwijls schoone negatieve kristallen.

Aangezien boringen in de omstreken nog ontbreken, schijnt het mij geraden uit het waargenomene nog geen gevolgtrekkingen af te leiden. Hetzelfde geldt min of meer van de keileemonderzoekingen; de medegedeelde feiten kunnen echter wellicht bij verdere onderzoekingen bruikbare punten van vergelijking aanbieden. Op een en ander hoop ik trouwens later terug te komen.

Deventer, 20 September 1892.

Scheikunde. — J. M. VAN BEMMELEN. *Kristallijn natriumferriet en kristallijn ijzeroxyd-hydraat. (Tweede mededeeling).*

In de zitting van 27 Febr. l.l. gaf ik eene mededeeling over kristallijn kaliumferriet en het daaruit door water gevormde hydratische ijzeroxyde, hetwelk bleek pseudo-kristallijn te zijn, en uit amorphe stof te bestaan. Ik vermeldde daarbij, dat BRUNCK en GRAEBE een kristallijn ijzeroxydhydraat uit een ijzeren bijtendenatron-ketel hadden verkregen, en dat ik zelf dergelijke kristallen uit het slib van een fabrieksketel had afgezonderd, in welken bijtende natron bereid was. Deze kristallen waren doorschijnend.

Bij de voortzetting van mijn, met Dr. E. A. KLOBBIE gemeenschappelijk ingesteld onderzoek, is het gelukt die kristallen kunstmatig te verkrijgen. Als sterke natronoplossing in een zilveren kroes verhit wordt, en ijzeroxyd (amorph neergeslagen oxyd, of het zoogenaamde ferrum carbonicum, of zelfs ferrisulfaat) daarbij gebracht, dan wordt, bij aanhoudende verhitting, het ijzeroxyd allengs opgenomen en als kristallijn natriumferriet weder afgescheiden. Het werd in verschillende kristalvormen verkregen — als groenachtige zuilen (meestal gekruiste), als geelroode driehoekige en hexagonale platen, als geelroode rhomboëdrische kristallen, als lange zwarte naalden, en ook als groene kogelachtige kristallen. De zuilen ontstonden alleen, als de bijtende natron nog water bevatte, dus bij betrekkelijk de laagste temperatuur — de hexagonale plaatjes en de rhomboëdrische kristallen, als dit water was uitgedreven. De kogelvormige kristallen en de lange naalden ontstonden bij sterkere gloeihitte, of wanneer het ijzeroxyde met soda en chloornatrium gesmolten werd. De kristallen waren te klein, wat betreft de prismatische en de kogelvormige, om het kristalstelsel te bepalen; de hexagonale platen behooren ongetwijfeld tot het hexagonale stelsel; de meeste vormen zijn waarschijnlijk tot dit stelsel terug te brengen.

De analyse der kristallen, zoo snel mogelijk door koud water van de smeltmassa bevrijd, leidde tot de volgende samenstelling:

	(Bij 100° gedroogd).				
Van de gekruiste zuilen. . . .	Fe_2O_3.	0.88 Na_2O.	0.2 H_2O.		
„ „ hexagonale platen . .	„	0.92	„	0.1	„
„ „ kogelvorm. kristallen	„	0.95	„	0.2	„

Toen de verwijdering der smeltmassa met water langzamer had plaats gehad, werd de samenstelling gevonden:

Van de gekruiste zuilen. . . Fe_2O_3. 0.65 Na_2O. 0.33 H_2O.

Als de kristallen vervolgens langeren tijd met water behandeld werden, werd de natron allengs opgelost en door water vervangen. Naarmate minder natron overgebleven was, ging die vervanging steeds trager.

De analyse der met water zoo lang behandelde kristallen, dat de alkalische reactie van het water verdween, gaf de volgende cijfers:

Boven zwavelz. droog . . . . Fe_2O_3. 0.04 Na_2O. 0.98 H_2O.
Bij 100° gedroogd . . . . . . „ „ 0.6 „

En toen zij lang met koud water waren uitgewasschen

Boven zwavelz. droog . . . Fe_2O_3. 0.1 Na_2O. 1.0[5] H_2O.
Bij 100° gedroogd . . . . . „ „ 0,8 à 0.7 H_2O.

De hexagonale en rhomboëdrische kristallen waren na die behandeling met water nog doorschijnend gebleven, en hadden hunne werking op gepolariseerd licht behouden, ook hunne kleur was weinig of niet veranderd.

De gekruiste zuilen waren roodachtig geworden en troebel.

Uit deze waarnemingen blijkt, 1° dat aan de kristallen van natriumferriet, welken vorm zij mogen bezitten, de formule toekomt: $Fe_2O_3\,Na_2O$ — 2°. dat zij door water aangetast worden, en te gemakkelijker, naarmate zij bij lager temperatuur ontstaan zijn — 3°. dat daarbij de Na_2O door H_2O vervangen wordt, zoodanig dat de formule wordt $Fe_2O_3\,H_2O$ — als zij zwavelzuur droog zijn bij de gewone temperatuur — ofschoon het moeielijk is de laatste hoeveelheid Na_2O te vervangen; 4°. dat de hexagonale en rhomboëdrische kristallen hunne doorschijnendheid en optische eigenschappen behouden; 5°. dat het hydraatwater zwak gebonden is, aangezien het reeds beneden 100° voor een deel loslaat; 6°. dat die ontleedbaarheid door langere behandeling met warm water wordt bevorderd.

Tevens is daardoor het bewijs geleverd, dat de beschouwingen van Rousseau over de vorming van ijzeroxydhydraat in natron geheel onjuist zijn (zie de vorige mededeeling), en dat de kristallen van Brunck en Graebe (zie desgelijks), welke zij uit een ijzeren ketel verzameld hadden, waarin Na OH langen tijd op ± 400° verhit was geweest, oorspronkelijk kristallen van natriumferriet moeten geweest zijn, welke eerst door het uitwasschen met water in het hydraat zijn omgezet.

Hetzelfde geldt voor de kristallen, welke voorkomen in het slib van de ijzeren ketels, die tot de bereiding van natron (Na OH) dienen.

Het is merkwaardig, dat, terwijl uit het kaliumferriet (zie de vorige mededeelingen) door water een amorph pseudokristallinisch waterhoudend ijzeroxyde ontstaat, de hexagonale platen van natriumferriet gemetamorphoseerd worden in ijzeroxydhydraat, met behoud van doorschijnendheid en optische eigenschappen, dus van den kristalbouw, — en dat dit zelfs min of meer het geval is, nadat reeds een deel van het water is uitgedreven door verwarming. Dit laatste punt verdient voorzeker nog een uitvoeriger onderzoek.

Wij hebben veel moeite besteed om de omstandigheden te bepalen, waarbij met zekerheid een bepaalde kristalvorm, met name de hexagonale plaatjes, ontstaan. Het is daarvoor noodig, dat het nog in de bijtende natron aanwezige water snel uitgedreven worde, of liever reeds uitgedreven zij — dat de hoeveelheden in de zilveren kroes niet te groot zijn (bijv. 25 Gram natron en 3 Gram ferrum carbonicum of 4 Gram ferrisulfaat) — en dat de temperatuur niet veel boven 400° stijge. Doch ook dan is het niet zeker dat de hexagonale platen alleen ontstaan. Nu eens ontstonden tegelijkertijd de rhomboëdrische, dan eens deze laatste alleen, dan weder alleen de hexagonale. Als de vorming der hexagonale plaatjes gelukte, dan was de omzetting van enkele grammen amorph ijzeroxyd binnen één uur voltooid.

De Vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 29 October 1892.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. berichten van de Heeren VAN DIESEN, BEHRENS en A. C. OUDEMANS JR., dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen;

2°. eene circulaire van een zeker aantal geleerden van alle natiën, waarin deelneming verzocht wordt voor het plan, den Franschen wiskundige HERMITE, buitenlandsch Lid der Akademie, bij gelegenheid van de viering van zijn 70en geboortedag, een gouden gedenkpenning aan te bieden. — De Voorzitter herinnert, dat de Akademie geen fonds bezit, waaruit eene bijdrage voor dat doel zou kunnen worden afgezonderd, maar meent dat eene andere hulde, door de Afdeeling te bewijzen, hierin zou kunnen bestaan, dat den Jubilaris een adres van gelukwensching werd aangeboden. — Nog onlangs handelde de Afdeeling in denzelfden zin ten opzichte van de Heeren VON HELMHOLTZ en VIRCHOW. — Het voorstel van den Voorzitter wordt met acclamatie aangenomen en de samenstelling van het adres daarna opgedragen aan de Heeren SCHOUTE en BIERENS DE HAAN.

3°. eene in het Latijn gestelde oorkonde van de Universiteit te Padua, waarin de Akademie wordt uitgenoodigd, in het begin van December a s. zich te doen vertegenwoordigen bij de feesten, door die Universiteit te geven, ter herdenking van den dag, waarop GALILEI, 300 jaar geleden, het eerst den katheder besteeg. Daar geen der

Leden, op eene desbetreffende vraag des Voorzitters, te kennen geeft, ware het ook in eenige andere betrekking, bij gelegenheid van de genoemde feestviering eene reis naar Padua te zullen ondernemen, wordt de uitnoodiging voorloopig voor notificatie aangenomen.

Physiologie. — TH. W. ENGELMANN: *Over den invloed van centrale en reflectorische prikkeling der gezichtszenuw op de beweging der kegels in het netvlies.* Naar aanleiding van proeven in het physiologisch laboratorium te Utrecht genomen door Dr. W. NAHMMACHER.

Door de proeven van Dr. GRIJNS, door spr. in de zitting van 26 Sept. 1891 medegedeeld, was gebleken dat de electrische stroomen van 't netvlies van het kikvorschoog door aktinische of chemische prikkeling van het netvlies der andere zijde karakterische schommelingen ondergaan, die slechts door een reflex van den eenen N. opticus op den anderen kunnen verklaard worden. Spr. meende hierin bewijs te moeten zien voor de vroeger op andere gronden door hem beweerde aanwezigheid van centrifugale vezelen in de gezichtszenuw. Onlangs echter hebben F. GOTCH en V. HORSLEY (*Phil. Trans. Vol.* 182, 1891, B. p. 267.) ontdekt, dat er — althans in 't ruggemerg van katten en apen — ook reflexen van sensibele op sensibele vezelen voorkomen. Spr. achtte het daarom noodzakelijk, langs anderen weg omtrent het al of niet bestaan van centrifugale vezelen in de gezichtszenuw meerdere zekerheid te verkrijgen.

Om prikkeling door licht en daarmede een door sommigen vermoede bron van fouten geheel uit te sluiten, werd chemische prikkeling (door NaCl-kristallen) aangewend. De zwak gecurariseerde kikvorschen werden telkens eerst 5—6 uren in volkomen duister gehouden en daarna bij een uiterst zwak rood lichtje zoo snel mogelijk de kristal in het uren van te voren geopende oog der andere zijde (Reeks I) of op het eveneens langeren tijd geleden blootgelegde chiasma nerv. opticorum (Reeks II) gelegd, de dieren verder in 't donker bewaard, na 5 minuten de kristal verwijderd en 10 minuten daarna de koppen afgesneden en in salpeterzuur van $3^1/_2$ pCt. verhard, 10—12 uren later de netvliezen op de door VAN GENDEREN STORT beschreven wijze gehakt. Gelijktijdig werden telkens controleproeven op andere kikvorschen genomen, waarbij geheel op dezelfde wijze werd te werk gegaan (oog geopend, chiasma blootgelegd enz. enz.) maar niet chemisch geprikkeld (controle a), verder proeven waar wel geprikkeld werd maar van te voren een of beide gezichtszenuwen doorgesneden waren (controle b), eindelijk controleproeven op gewone niet geopereerde en niet geprikkelde donkerkikvorschen (controle c).

Om de uitkomsten korter te kunnen beschrijven worden de volgende drie standen der kegels (bepaaldelijk der ellipsoïden) onderscheiden:

1°. de proximale: myoiden een tot hoogstens tweemaal langer dan ellipsoiden (sterke contractie);

2°. de mesiale: myoiden twee- tot viermaal langer dan ellipsoiden (matige contractie);

3°. de distale: myoiden vier- tot zesmaal langer dan ellipsoiden (sterk uitgerekte toestand).

Uitkomsten.

Reeks I. Chemische prikkeling van het netvlies van het andere oog. Beide optici intact.

Aantal onderzochte oogen: 15.

Hiervan in 13 gevallen *proximale* stand.

„ 2 „ mesiale tot distale.

Controle a. Het andere oog geopend maar niet chemisch geprikkeld.

Aantal onderzochte oogen: 7.

Hiervan in 5 gevallen *distale* stand.

„ 2 „ mesiale „

Controle a[1]. Evenzoo maar één opticus doorgesneden.

Aantal onderzochte oogen: 11.

Hiervan in 10 gevallen *distale* stand.

„ 1 geval mesiale „

Controle b. Het andere oog wel chemisch geprikkeld, maar één of beide optici doorgesneden.

Aantal onderzochte oogen: 25.

In 19 gevallen *distale* (tot mesiale) stand.

„ 6 „ proximale tot mesiale „

Controle c. Normale niet geopereerde en niet geprikkelde donkerkikvorschen.

Aantal onderzochte oogen: 13.

In 10 gevallen *distale* stand.

„ 1 geval mesiale „

„ 2 gevallen proximale „

Reeks II. Chiasma nn. opticorum door NaCl geprikkeld. Optici intact.

Aantal onderzochte oogen: 37.

In 31 gevallen *proximale* stand.

„ 3 „ proximale tot mesiale.

„ 3 „ mesiale tot distale.

Controle a. Chiasma blootgelegd, maar niet geprikkeld. Optici intact.
Aantal onderzochte oogen: 28,
In 22 gevallen *mesiale* tot *distale* stand.
„ 6 „ proximale. „ „
Controle b. Chiasma blootgelegd en geprikkeld. Eén of beide optici doorgesneden.
α. Oogen waarvan opticus doorgesneden.
Onderzocht 16.
Hiervan in 9 gevallen *proximale stand.*
„ 3 „ mesiale „
„ 4 „ mesiale tot distale stand.
β. Oogen der andere zijde met doorgesneden opticus.
Onderzocht 11 oogen.
Hiervan in 9 gevallen *proximale* stand.
„ 2 „ mesiale tot distale stand.
Controle b[1]. Chiasma blootgelegd, maar niet geprikkeld. Eén of beide optici doorgesneden.
α. Oogen waarvan opticus doorgesneden.
Onderzocht 11 oogen.
Hiervan in 5 gevallen *distale* stand.
„ 4 „ mesiale „
„ 2 „ proximale „
β. Oogen waarvan opticus intact.
Onderzocht 4 oogen.
Hiervan in 2 gevallen *distale* stand.
„ 2 „ mesiale tot distale stand.
Controle c. Normale niet geopereerde en niet geprikkelde donkerkikvorschen.
Onderzocht 30 oogen.
Hiervan in 18 gevallen *distale* stand.
„ 10 „ mesiale „
„ 2 „ proximale „

Op grond van de vorenstaande cijfers moet het bestaan van centrifugale, de kegels van het netvlies beheerschende zenuwvezelen in de gezichtszenuw als voldoende bewezen worden geacht. Wanneer in de controleproeven b van Reeks II nog een betrekkelijk groot aantal gevallen met proximalen stand werd gevonden, zoo vindt dit voldoende verklaring in de onmogelijkheid, diffusie van zout naar het peripherisch stuk van den doorgesneden opticus geheel uit te sluiten. In de meeste van die gevallen heeft vermoedelijk chemische prikkeling van dit peripherische stuk plaats gehad.

Physiologie. TH. W. ENGELMANN: *Over de theorie der spierbeweging.*

Eene der meest belangrijke vragen der algemeene physiologie is die, langs welken weg uit het chemisch arbeidsvermogen, dat bij de prikkeling in de spier verdwijnt, de mechanische energie (spanning, mechanische arbeid) der contractie wordt verkregen: óf rechtstreeks door chemische attractie, óf door tusschenkomst van warmte, óf door bemiddeling van electrische energie, óf gelijktijdig langs verschillende wegen?

De meeste physiologen schijnen met PFLÜGER het eerste voor het waarschijnlijkste te houden. Spr. ziet een onoverkomelijk bezwaar tegen die voorstelling in het feit, dat bij een enkele contractie slechts een schier oneindig klein aantal moleculen der spier chemische actie oefent. Onderstelt men, op grond der bekende feiten, dat eene spier bij eene enkele contractie b.v. 0.001^0 C warmer wordt en de hiervoor benoodigde warmte door verbranding van koolhydraten tot H_2 O en CO_2 ontstaat, dan zal — de specifieke warmte der spier = 1 genomen — slechts ongeveer $^1/_{4000}$ m. grm. kool-hydraat per gram spier bij de contractie verbranden, dus slechts een 4.000.000^{ste} gedeelte der spiermassa chemische actie uitoefenen. In ieder kleinst contractie-elementje kan dus slechts een 4.000.000^{ste} der massa als zetel der aantrekkende kracht in aanmerking komen. Welke voorstelling men zich nu ook moge maken van de bijzondere eigenschappen en plaatsing van dit ééne 4.000.000^{ste} ten opzichte der andere slechts passief bewegelijke massa, het is volg. spr. niet in te zien, hoe dit ééne 4.000.000^{ste} door rechtstreeksche chemische attractie de geheele massa der overige 3.999.999 in beweging zoude kunnen brengen.

Veel meer waarschijnlijkheid mag a priori aan de tweede hypothese toegekend worden, die de mechanische energie uit de warmte, bij de physiologische verbranding ontwikkeld, afleidt, in analogie met de transformatie van chemisch arbeidsvermogen in mechanische werking bij de stoom- en calorische machines.

Een bezwaar tegen die voorstelling kan spr. niet, zooals SOLVAY, vinden in het feit, dat de spier zuiniger werkt dan alle dergelijke tot dusverre geconstrueerde machines. Het verschil, vroeger zeer groot, is door de aanhoudende verbetering in de constructie der machines kleiner en kleiner geworden, en in elk geval van ongeveer dezelfde orde als de verschillen, die ook machines van verschillende constructie onderling toonen. Buitendien zijn de voorwaarden voor verwarming en afkoeling in de spier geheel andere.

Daarentegen meenen vele physiologen met ADOLF FICK den thermischen oorsprong der mechanische energie der spieren te moeten

verwerpen als strijdende tegen de tweede stelling der mechanische warmtetheorie. Temperatuursverschillen immers als door die wet worden geëischt, meent men in de spieren niet te mogen aannemen.

Dit argument nu acht spr. zoowel op theoretische als op experimenteele gronden onhoudbaar.

Reeds in 1875 heeft E. PFLÜGER er op gewezen (Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. I, blz. 641), dat de temperatuur der organen, die wij met onze werktuigen meten, slechts het arithmetisch gemiddelde is van oneindig vele hoogst verschillende temperaturen van oneindig verschillende punten van het orgaan, en dat in het bijzonder de temperatuur der bij de physiologische verbranding ontstaande moleculen aanvankelijk enorm hoog moet zijn.

Wat de spieren betreft, heeft spr. reeds jaren geleden opgemerkt (Onderzoek. physiol. lab. Utrecht XI. blz. 109) dat er slechts een betrekkelijk oneindig klein aantal van moleculen der spiermassa bij de contractie als bron van energie, dus ook van warmte, in aanmerking kan komen. Hieruit volgt, dat de temperatuur van die moleculen — ze mogen de *thermogene* heeten — bij hunne verbranding enorm hoog moet zijn, vermoedelijk duizenden graden Celsius. Daar ieder verbrandend deeltje omgeven wordt door eene relatief enorm groote, warmte geleidende en absorbeerende diathermane massa van zeer veel lagere temperatuur, is dus aan de algemeene voorwaarde voor transformatie van warmte in mechanischen arbeid voldaan en zelfs ongetwijfeld op buitengewone schaal.

Maar, hoe waarschijnlijk het ook wezen moge, dat van deze voordeelige voorwaarde tot het verkrijgen van mechanischen arbeid door de natuur in de spier gebruik wordt gemaakt, het bewijs dat zulks werkelijk geschiedt, en, zoo ja, op welke wijze, is nog niet geleverd.

Spr. wenscht in dit opzicht, in aansluiting aan vroegere mededeelingen, eenige feiten en beschouwingen bekend te maken, die hij zich voorstelt verder na te gaan en uit te werken.

Alle levende, gevormde contractiele deelen bevatten, als hoofdbestanddeel, positief dubbelbrekende elementen met eene optische as, die steeds met de richting der verkorting (niet noodzakelijk met de morphologische lengteas der vezelen) samenvalt. Hieruit, in verband met vele andere bekende feiten, volgt dat de dubbelbrekende elementen als de zetel der verkortende krachten en de spieren te beschouwen zijn. Ook alle niet prikkelbare, niet levende, maar georganiseerde grondvormen, die hetzelfde dubbelbrekend vermogen bezitten, kunnen, onder bepaalde invloeden, zich in de richting der optische as verkorten, en wel met eene grootte, kracht en snelheid, welke die der spieren kan bereiken, ja overtreffen.

Die verkorting, steeds gepaard gaande, evenals bij de spieren, met verdikking loodrecht op de optische as, heeft algemeen plaats bij verhoogde imbibitie. Grootte, kracht enz. der vormverandering hangen hierbij in bijzonderheid af van den aard der dubbelbrekende deelen en van aard, concentratie, enz. van de vloeistof. Peesvezels, doode spierfibrillen, verkorten zich o. a. sterk in verdunde zuren (azijnzuur, melkzuur). Toen nu spr. twintig jaren geleden vond, dat de dubbelbrekende lagen der dwarsgestreepte spieren bij de contractie opzwellen door wateropneming uit de isotrope schijven, lag het voor de hand, in deze verandering van den imbibitie-toestand de oorzaak der spiercontractie te zien. Er bleef echter onbeslist, welk proces tot die vochtverplaatsing aanleiding gaf. Spr. heeft zich toen beperkt tot de algemeene opmerking, dat als zoodanig wel het chemisch proces, door den prikkel in de spier opgewekt, moet beschouwd worden.

Op tweeërlei wijze zoude dit proces zich kunnen doen gelden. Ten eerste door verandering van de chemische samenstelling van het medium, dat de dubbelbrekende deeltjes omgeeft, voor zooverre door die samenstelling de imbibitietoestand der laatste bepaald wordt. Aangezien er bij iedere contractie melkzuur ontstaat en de dubbelbrekende elementen in verdund melkzuur sterk opzwellen, zoude men in het melkzuur een middel tot opwekking van verkorting kunnen zoeken. Diffusie naar en neutralisatie van het melkzuur door het omgevende spierplasma, zoude wederverlenging kunnen veroorzaken. Ook hier echter heeft men het bezwaar van het relatief uitermate klein aantal der chemische actieve moleculen.

Dit bezwaar bestaat niet ten opzichte van de tweede wijze, waarop het chemisch proces zoude kunnen werken: *de temperatuursverhooging.*

Door temperatuursverhooging kunnen alle positief dubbelbrekende grondvormen de karakteristieke verkorting ondergaan. De temperatuur, waarbij deze contractie begint, hangt in hooge mate af, zooals spr. vroeger voor pezen heeft aangetoond (Arch. f. d. ges. Phys. D. VIII, blz. 95), van den aard der drenkende vloeistof; ligt b. v. voor zuren en alcaliën in het algemeen veel lager dan voor water, in den regel tusschen 40^0 en 60^0 C. Of de warmte door verandering van den imbibitietoestand der dubbelbrekende deeltjes of op andere wijze werkt, kan hier worden in het midden gelaten. Waar het voorloopig alleen op aankomt is, dat temperatuurverhooging bij alle, ook levenlooze positief dubbelbrekende grondvormen, de karakteristieke verkorting opwekt.

Spr. heeft in den laatsten tijd dien invloed nader onderzocht,

vooral op fibrillair bindweefsel, dat in den vorm van vioolsnaren een uiterst geschikt object aanbiedt. Terwijl hij zich meer uitvoerige mededeelingen voorbehoudt, wil hij heden slechts eene proef beschrijven, die, naar hij meent, voor de theorie der spierbeweging niet zonder waarde is.

Een stuk van eene E-snaar wordt gedurende 24 uren bij gewone temperatuur in gedistilleerd water (of in verdund keukenzout of zeer zwak azijnzuur) geplaatst, daarna met het eene eind in eene klem bevestigd, met het andere aan een hefboompje, dat met verschillende gewichten kan worden belast. De punt van het hefboompje speelt voor graadboog of kan op een roteerenden cylinder schrijven. Dicht om de snaar, doch zonder haar te raken, loopt eene spiraal van dun platinadraad, wier einden met de polen van eene batterij van eenige groote Grove'sche cellen kan worden verbonden. Snaar met draadspiraal worden in eene met water, respectievelijk verdund keukenzout of zuur, gevulde wijde reageerbuis van ongeveer 100 cM^3 inhoud gedompeld en bij eene belasting van b. v. 50 gram bij kamer-temperatuur waargenomen, totdat er geen lengteverandering meer merkbaar is. De temperatuur, door een in de reageerbuis ingevoerden, in heele graden verdeelden thermometer gemeten, wordt nu zeer langzaam door eene vlam van onder verhoogd. Aanvankelijk neemt de lengte der snaar niet af. Zoodra echter een zekere warmtegraad bereikt is, begint eene verkorting merkbaar te worden. Houdt men nu de temperatuur constant en sluit men den stroom in de spiraal gedurende eenige seconden, dan trekt de snaar zich plotseling samen, en wordt na opening van den stroom terstond weder langer. De thermometer in de buis toont geen, of eene nauwelijks merkbare stijging der temperatuur aan.

Men kan die proef honderden malen met hetzelfde gevolg herhalen en zoodoende dezelfde snaar een grooten mechanischen arbeid laten verrichten. Eene snaar van 30 mM. lengte en slechts een vierkanten mM. dwarse doorsnede kan gemakkelijk bij iedere contractie een gewicht van 100 gram 5 cM. hoog oplichten of, bij belette verkorting, eene spanning van 300 gram en meer ontwikkelen, overtreft dus in productie van mechanische energie de krachtigste spieren. Gaat men na, hoeveel der aan de snaar medegedeelde warmte in mechanischen arbeid kan worden omgezet, dan blijkt de snaar ook in dit opzicht aan zeer hooge eischen te voldoen, misschien zelfs aan hoogere nog dan eenige levende spier.

Zoude dit, vraagt spr., niet het hoofdbeginsel zijn, waarop spiercontractie en daarmede contractie in 't algemeen berust? De dubbelbrekende snaar is het dubbelbrekende contractiele deeltje — het

inotagma volgens spr. vroegere definitie —; de met vocht gevulde buis is de omgevende waterrijke spiermassa, die als warmtegeleider afkoelend werkt; de draadspiraal vervangt de thermogene moleculen; het doorvoeren van den galvanischen stroom het proces van prikkeling.

Spr. toont tal van krommen, door het snaarmodel opgeschreven, en daarnaast gewone spierkrommen. Beide hebben identischen vorm, toonen een stadium van latente werking en een stadium van stijgende, onmiddellijk overgaande in een stadium van dalende energie. De afwijkingen vinden in de bijzondere kwalitatieve en kwantitatieve verschillen tusschen model en spier voldoende verklaring, raken echter het beginsel der theorie van spr. niet.

Het beschreven model is ook geschikt om eene onlangs door G. E. Müller ontwikkelde theorie der contractie te wederleggen. De contractie is volgens Müller het gevolg van electrische aantrekking en afstooting van dubbelbrekende kristalloïden, wier polen door verwarming electrisch worden, en de mechanische energie dus van pyroelectrischen oorsprong. Deze theorie eischt, dat verkorting alleen door een temperatuurs-*verhooging* moet kunnen worden voortgebracht. Zoodra de temperatuur constant wordt, moet, wegens het verdwijnen der electrische ladingen, de vezel zich weder verlengen. Ons model toont, dat bij bestendige temperatuur de vezel dezelfde lengte behoudt, en wel op iederen graad van verkorting. Ook aan spiervezelen (warmtestijven of gedroogden sartorius, hartkamerspier enz.) is dit feit te constateeren.

Wiskunde. — P. H. Schoute. *Een algemeene betrekking in de theorie der vlakke krommen.*

1. Volgens een bekende stelling, snijdt een kromme C^n een in haar vlak gelegen kromme C^p in np punten, die voor $n \geqq p$ door $np - \frac{1}{2}(p-1)(p-2)$ onder hen bepaald zijn. Dit toevoegsel verliest voor $p=2$ zijn beteekenis, wijl $\frac{1}{2}(p-1)(p-2)$ dan nul is. Werkelijk kan men alle snijpunten van een willekeurige kromme met een kegelsnee steeds willekeurig aannemen.

Toch kan de aard van de kromme C^n meebrengen, dat men van haar $2n$ snijpunten met een gegeven kegelsnee er slechts $2n-1$ willekeurig aannemen kan. Het eenvoudigste voorbeeld is dat, waarbij C^n een cirkel is. Verder snijdt, zooals R. A. Roberts [1]) vond, elke bicirculaire C^4 een gegeven ellips in acht punten, wier excentrische anomalieën een veelvoud van 2π tot som hebben, enz.

---

[1]) *A collection of examples and problems on conics and some of the higher plane curves* by Ralph A. Roberts, M. A., vraagstuk 122.

2. Het is niet moeielijk aan te toonen, dat de beide genoemde gevallen slechts schijnbaar uitzonderingen vormen op den vooropgestelden regel. In beide gevallen kent men nl. de snijpunten der kromme C^n met de rechte r_∞ in het oneindige. Beschouwt men nu de vereeniging van deze rechte met de kegelsnee als een kromme C^3, dan heeft men met het geval $p = 3$ te doen. Voor het geval van den cirkel is dan $n = 2$, $p = 3$ en dus $n < p$; hier is dus een der voorwaarden van de stelling niet vervuld. In plaats van met de aangehaalde stelling heeft men hier dus met de daadzaak te doen, dat men van een kegelsnee geen zes punten willekeurig aannemen kan. En in het geval der bicirculaire C^4 is $n = 4$, $p = 3$ en naar behooren een der twaalf snijpunten van C^4 met de ontaarde kubische kromme van de elf anderen afhankelijk. Geheel op overeenkomstige wijs bestaat er tusschen de $3n$ snijpunten van een kromme C^n met de drie zijden van een driehoek een betrekking, die reeds door CARNOT gevonden is, terwijl toch de n snijpunten van C^n met een rechte geheel willekeurig aangenomen kunnen worden.

Uit het bovenstaande volgt tevens, dat er een betrekking bestaan moet tusschen de asymptotenrichtingen van een kromme C^n en haar snijpunten met een gegeven kegelsnee. Deze betrekking vormt het onderwerp mijner mededeeling.

3. *Stelling.* Is $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ de vergelijking eener gegeven ellips E, stelt $f(x, y)$ het complex der termen van den n^{den} graad voor van de met betrekking tot dezelfde coördinaatassen bepaalde vergelijking eener C^n, die E in de $2n$ punten S_k $(k = 1, 2, \ldots 2n)$ met de excentrische anomalieën α_k $(k = 1, 2, \ldots 2n)$ snijdt, en duidt i als gewoonlijk de onbestaanbare eenheid aan, dan geldt de betrekking

$$e^{i \sum_1^{2n} \alpha_k} = \frac{f(a, ib)}{f(a, -ib)}.$$

Bewijs. Elk samenstel van n rechten $R_1, R_2, \ldots R_n$ door de $2n$ snijpunten S_k van C^n en E bepaalt met C^n een bundel van krommen van den n^{den} graad. Wijl er $2n$ van de basispunten diens bundels op E liggen, gaat er door de overige $n(n-2)$ een bepaalde C^{n-2}. Dus geldt de identische betrekking

$$C^n + \lambda R_1 R_2 \ldots R_n \equiv \mu E C^{n-2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1),$$

als $C^n = 0$, $C^{n-2} = 0$, $E = 0$, $R_1 = 0$, $R_2 = 0, \ldots R_n = 0$ de vergelij-

kingen zijn der gelijknamige krommen en rechten. Worden nu de termen van den hoogsten graad

$$\begin{array}{llll} \text{van } C^n & \text{door } c_0 x^n & + c_1 x^{n-1} y + \ldots\ldots + c_n y^n, \\ \;\;\text{,, } \mu C^{n-2} & \;\;\text{,, } & d_0 x^{n-2} + d_1 x^{n-3} y + \ldots\ldots + d_{n-2} y^{n-2} \\ \text{en ,, } R_k & \;\;\text{,, } & x + m_k y \end{array}$$

voorgesteld, dan volgt uit de beschouwing van de termen van den n^{den} graad uit 1) de identiteit

$$(c_0 x^n + c_1 x^{n-1} y + \ldots + c_n y^n) - \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}\right)(d_0 x^{n-2} + d_1 x^{n-3} y +$$

$$+ \ldots. + d_{n-2} y^{n-2}) \equiv \lambda (x + m_1 y)(x + m_2 y) \ldots (x + m_n y)$$

en dus ook door gelijkstelling der overeenkomstige coëfficiënten

$$\frac{c_0 - \frac{d_0}{a^2}}{1} = \frac{c_1 - \frac{d_1}{a^2}}{\underset{1}{\Sigma} m} = \frac{c_2 - \frac{d_2}{a^2} - \frac{d_0}{b^2}}{\underset{2}{\Sigma} m} = \ldots\ldots = \frac{c^n - \frac{d_{n-2}}{b^2}}{\underset{n}{\Sigma} m},$$

waarin $\underset{p}{\Sigma} m$ de som der producten van de n grootheden m genomen p aan p voorstelt. Door eliminatie van d_0, $d_1, \ldots d_{n-2}$ volgt hieruit

$$\frac{a^n c_0 - a^{n-2} b^2 c_2 + a^{n-4} b^4 c_4 - \ldots.}{a^n - a^{n-2} b^2 \underset{2}{\Sigma} m + a^{n-4} b^4 \underset{4}{\Sigma} m - \ldots} =$$

$$= \frac{a^{n-1} b c_1 - a^{n-3} b^3 c_3 + a^{n-5} b^5 c_5 - \ldots}{a^{n-1} b \underset{1}{\Sigma} m - a^{n-3} b^3 \underset{3}{\Sigma} m + a^{n-5} b^5 \underset{5}{\Sigma} m - \ldots}.$$

Is nu de rechte R_k de vereeniging van twee punten S met de excentrische anomalieën α_k en α_{n+k} dan is $m_k = \frac{a}{b} Tg \frac{1}{2}(\alpha_k + \alpha_{n+k})$. Stellen we hierin voor een oogenblik $\alpha_k + \alpha_{n+k}$ door $2\beta_k$ voor, dan geeft de gevonden betrekking

$$\frac{\underset{1}{\Sigma} Tg\beta - \underset{3}{\Sigma} Tg\beta + \underset{5}{\Sigma} Tg\beta - \ldots.}{1 - \underset{2}{\Sigma} Tg\beta + \underset{4}{\Sigma} Tg\beta - \ldots.} =$$

$$= \frac{a^{n-1} b c_1 - a^{n-3} b^3 c_3 + a^{n-5} b^5 c_5 - \ldots.}{a_n c_0 - a^{n-2} b^2 c_2 + a^{n-4} b^4 c_4 - \ldots.}$$

Wijl het eerste lid dezer vergelijking $Tg\ (\Sigma\beta)$ of $Tg\ \frac{1}{2}\ (\Sigma\alpha)$ voorstelt, vinden we dus

$$Tg\,\tfrac{1}{2}(\Sigma\alpha) = \frac{a^{n-1}\,b\,c_1 - a^{n-3}\,b^3 c_3 + a^{n-5}\,b^5\,c_5 - \dots}{a^n\,c_0 - a^{n-2}\,b^2\,c_2 + a^{n-4}\,b^4\,c_4 - \dots},$$

wat zich herleiden laat tot

$$\frac{1 + i\,Tg\,\frac{1}{2}\,(\Sigma\,\alpha)}{1 - i\,Tg\,\frac{1}{2}\,(\Sigma\,\alpha)} = \frac{f\,(a, i\,b)}{f\,(a, -i\,b)},$$

of

$$e^{i\,\Sigma\alpha} = \frac{f\,(a, i\,b)}{f\,(a, -\,i\,b)}.$$

Bovenstaande stelling gaat onveranderd op de hyperbool over, als we b^2 vervangen door $-b^2$ en de gewone goniometrische functies door de overeenkomstige hyperbolische.

Langs denzelfden weg vinden we, dat de parabool voorgesteld door $y^2 - 2px = 0$ door de kromme $c_0 x^n + c_1 x^{n-1} y +$ enz $= 0$ van den n^{den} graad in $2n$ punten gesneden wordt, voor wier ordinaten y_k de betrekking $\Sigma y_k = -\,2p\frac{c_1}{c_0}$ geldt.

4. Bevat $f(x, y)$ behalve x louter evene machten van y, dan is $f\,(a, i\,b) = f\,(a, -\,i\,b)$; vindt dit eerst plaats na deeling van den y als factor bevattenden vorm door y, dan is $f\,(a, i\,b) = -\,f\,(a, -\,i\,b)$. In het eerst geval is $\Sigma\alpha$ een veelvoud van 2π, in het tweede geval laat $\Sigma\,\alpha$ een rest π over bij deeling door 2π. Dit geeft ons:

Gevolg I. Een kromme C^n, wier asymptotenrichtingen symmetrisch zijn met betrekking tot de assen eener ellips E, snijdt deze in $2n$ punten S_k, wier α^k een even of oneven veelvoud van π tot som hebben, naarmate geen of een der asymptoten aan de groote as van E evenwijdig is.

Gevolg II. Een isotrope C^{2n} (die met r_∞ een n-puntige aanraking heeft in elk der onbestaanbare cirkelpunten) snijdt elke in haar vlak gelegen ellips E in $4n$ punten S, voor welke $\Sigma\alpha = 0$ (mod. 2π) is.

Dit is de meest voor de hand liggende uitbreiding van de stelling van ROBERTS [1]). Daarbij mag worden opgemerkt, dat de onbestaan-

---

[1]) t. a. p., vraagstuk 410 (hierin is „curve of the mth degree" te vervangen door „curve of the $2m^{th}$ degree").

bare cirkelpunten volstrekt geen n-voudige punten van C^{2n} behoeven te zijn. Want omtrent de termen van lageren dan den $2n^{den}$ graad werd niets ondersteld.

Gevolg III. Een penisotrope C^{2n+1} (die met r_∞ een n-puntige aanraking heeft in elk der onbestaanbare cirkelpunten), waarvan $c_0 x + c_1 y + c_2 = 0$ de eenige bestaanbare asymptoot voorstelt, snijdt de ellips $E \equiv \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1 = 0$, in $4n + 2$ punten S, voor welke $\Sigma\alpha$ bepaald wordt door de betrekking $Tg\,\tfrac{1}{2}(\Sigma\alpha) = \frac{c_1 b}{c_0 a}$.

De laatste uitkomst, die onmiddellijk uit de algemeene stelling afgeleid wordt, stelt ons in staat den hoek, die bij deeling van $\Sigma\alpha$ door 2π als rest overblijft, te construeeren. We laten nl. uit den oorsprong een loodlijn op de bestaanbare asymptoot van C^{2n+1} neer, brengen deze over in het vlak van den cirkel, waarvan E de loodrechte projectie is, en projecteeren haar nu op het vlak van E. Is OP deze projectie, dan is $2\angle XOP$ de bedoelde rest.

Is de bestaanbare asymptoot evenwijdig aan een der assen van E, dan is de bedoelde rest 0 of π, naarmate de asymptoot evenwijdig is aan de kleine of groote as van E.

Gevolg IV. Een kromme C_n snijdt alle in haar vlak gelegen gelijkvormige en gelijkstandige ellipsen in $2n$ punten met gelijke $\Sigma\alpha$.

Deze stelling gaat ook door als men gelijkvormige en gelijkstandige ellipsen vervangt door gelijkvormige en gelijkstandige hyperbolen. Eveneens bij vervanging van gelijkvormige en gelijkstandige ellipsen en $\Sigma\alpha$ door gelijke en gelijkstandige parabolen en Σy.

5. Ten slotte beschouwen we het geval, waarbij de asymptoten van C_n na evenwijdige verplaatsing naar een zelfde punt een regelmatige ster met $2n$ halfstralen vormen. Zijn $\beta + \frac{k\pi}{n}$ $(k = 1, 2, \dots n)$ de hoeken, die deze stralen met de x-as maken, dan is $f(x,y)$ voorgesteld door

$$Tg\, n\beta \left\{ x^n - \binom{n}{2} x^{n-2} y^2 + \binom{n}{4} x^{n-4} y^4 - \dots \right\}$$
$$- \left\{ \binom{n}{1} x^{n-1} y - \binom{n}{3} x^{n-3} y^3 + \binom{n}{5} x^{n-5} y^5 - \dots \right.$$

Dus vinden we

$$Tg\, \tfrac{1}{2}(\Sigma\alpha)\; Tg\; n\beta = \frac{-\left\{\binom{n}{1}a^{n-1}b + \binom{n}{3}a_{n-3}b^3 + \dots\right\}}{a^n + \binom{n}{2}a^{n-2}b^2 + \binom{n}{4}a^{n-4}b^4 + \dots},$$

wat zich herleidt tot

$$Tg\, \tfrac{1}{2}(\Sigma\alpha)\; Tg\; n\beta = \frac{(a-b)^n - (a+b)^n}{(a-b)^n + (a+b)^n}.$$

Als bijzondere gevallen vinden we dus — in overeenstemming met *Gevolg 1* —, dat $\Sigma\alpha$ bij deeling door 2π een rest nul of π overlaat, als $2n\beta$ dit ook doet. Voor het geval $n=2$, $2\beta \equiv 0$ (mod. π) vertegenwoordigt dit een bekende uitkomst, waarvan bij het bewijs der stelling van JOACHIMSTHAL gebruik gemaakt wordt.

Natuurkunde. — De Heer H. KAMERLINGH ONNES doet namens den Heer P. ZEEMAN eene mededeeling over:

Metingen over het verschijnsel van Kerr bij polaire reflectie op kobalt bij verschillende invalshoeken, in het natuurkundig laboratorium te Leiden verricht.

Kort geleden heeft GOLDHAMMER eene nieuwe theorie gegeven van KERR's verschijnsel (Wied. Ann. Bd 46).

Hij voert daarbij het door DR. SISSINGH uit de waarnemingen over aequatoriale reflectie op ijzer afgeleide phaseverschil S als eene constante $= -\delta$ in zijne formules in. De eindformules worden dezelfde als die van LORENTZ's theorie; alleen de uitdrukking voor de phase verschilt met het constante bedrag $-\delta$. Eenigen tijd later heeft DRUDE eveneens eene theorie gegeven (Wied. Ann. Bd. 46). DRUDE deelde bij die gelegenheid ook waarnemingen mede, door hem verricht over de aequatoriale reflectie op kobalt en nikkel. De Heer ZEEMAN heeft van den eenen kant daaruit, en van den anderen kant uit de theorie van den Heer LORENTZ, phase, en amplitude van den magnetischen lichtcomponent berekend. Voor de optische constanten, hoofdinvalshoek en hoofdazimut, zijn bij kobalt de waarden genomen, die DRUDE vroeger daarvoor gevonden had; bij nikkel waarden zooals ze gewoonlijk gevonden worden. Duidt men met m de phase, met μ de amplitude bij den invalshoek i aan, dan geven DRUDE's waarnemingen over aequatoriale reflectie op kobalt en nikkel het volgende:

i	waargen. $m - 180^0$	Kobalt berekend $m - 180^0$	μ waargen.	μ berek.	S	$\frac{\mu \text{ waargen.}}{\mu \text{ berek.}}$
35°	—77°24′	—89°3′	2.80×10^{-3}	0.450 A	11°39′	$6.20 \times \frac{10^{-3}}{A}$
60°	—25°27′	—79°42′	0.56×10^{-3}	0.629 A	54°15′	0.90 „
75°	—12°56′	—67°1′	0.54×10^{-3}	0.574 A	54°5′	0.95 „
83°	—12°57′	—54°9′	0.50×10^{-3}	0.389 A	41°12′	1.30 „
		Nikkel				
60°	—48°22′	—79°14′	0.65×10^{-3}	0.595 A	30°52′	1.08 „
65°	—46°3′	—76°16′	0.84×10^{-3}	0.592 A	30°12′	1.42 „
75°	+11°41′	—66°19′	0.30×10^{-3}	0.512 A	78°	0.59 „
80°	— 8°42′	—58°11′	0.17×10^{-3}	0.420 A	49°29′	0.40 „

A is hier de constante uit de theorie van LORENTZ.

Uit de uitkomsten dezer berekening ziet men dat deze waarnemingen niets van eene standvastigheid van S doen bespeuren.

Op het eerste gezicht zou men meenen dat ze die standvastigheid tegenspraken, maar de waarnemingen van DRUDE zijn zoogenaamde minimumdraaiingen, waarbij de waarnemingsfouten bij de meeste invalshoeken van veel meer invloed dan bij de nuldraaiingen op de waarde van het SISSINGH'sche phaseverschil zijn. Toch zou door de afwijkingen, welke de uitkomsten vertoonen, twijfel kunnen ontstaan aan de juistheid van de vroeger door den Heer ZEEMAN voorloopig meêgedeelde uitkomsten (Zitting der Akad. van 25 Juni 1892). Bij de voortzetting echter van zijn onderzoek heeft de Heer ZEEMAN bij polaire reflectie op kobalt de standvastigheid van S bevestigd gevonden. Hij heeft daartoe metingen verricht met *wit Licht* bij 3 invalshoeken, onder voortdurende contrôle van de onveranderlijkheid des spiegels, en met eliminatie van fouten, die door de afwijking van het licht door de Nicols kunnen ontstaan; buitendien werd steeds zoowel de methode der nul- als der minimumdraaiingen gebruikt. Er werd steeds eene voldoende overeenstemming tusschen de uitkomsten volgens beide methoden gevonden. Voor de berekening van de resultaten werd in ieder bepaald geval gebruik gemaakt van *die* methode, waarbij de uitkomst voor de gezochte grootheid het minst onderhevig is aan den invloed van waarnemingsfouten. De einduitkomsten, gereduceerd, wat de amplitude betreft, op de magnetisatie $I = 430$ C. G. S., zijn bij dezelfde notatie als boven de volgende:

Polaire reflectie op Kobalt. Wit Licht, $I = 430$ C. G. S.

i	waargen. $m - 180^0$	berekend $m - 180^0$	μ waargen.	μ berek.	S	$\frac{\mu \text{ waargen.}}{\mu \text{ berek.}}$
45^0	$20^0 34'$	$-28^0 47'$	1.58×10^{-3}	$2.76\, A$	$49^0 21'$	$0.57 \times \frac{10^{-3}}{A}$
60^0	$27^0 40'$	$-21^0 49'$	1.50×10^{-3}	$2.71\, A$	$49^0 29'$	$0.56 \times \frac{10^{-3}}{A}$
73^0	$37^0 55'$	$-11^0 43'$	1.17×10^{-3}	$2.18\, A$	$49^0 38'$	$0.54 \times \frac{10^{-3}}{A}$

Deze waarnemingen bewijzen dus dat 't SISSINGH'sche phaseverschil ook bij kobalt binnen ruime grenzen zeker nagenoeg constant is en bevestigen volkomen de vroeger (Zitting der Akad. van 25 Juni 1892) daarvoor opgegeven waarde. Voor de theorie van het verschijnsel van KERR is ook de numerieke waarde van SISSINGH's phaseverschil van belang. Volgens theorieën als die van DRUDE, die in de differentiaal-vergelijkingen slechts één magnetoöptische constante bevatten, waar de theorie van GOLDHAMMER er twee noodig heeft, zou, zooals door GOLDHAMMER is opgemerkt, SISSINGH's phase berekend kunnen worden uit $2\, o - \delta = \pi$, $2\, \pi$ etc., waarin $-\delta = S$ is en o de door EISENLOHR ingevoerde, in LORENTZ's theorie genoemde grootheid is. GOLDHAMMER, die gebruik maakt van de voorloopige waarde van $S = 50^0$, die hem voor kobalt door den Heer ZEEMAN was verstrekt (Wied. Ann. Bd. 47 p. 347) en berekent dat, volgens de theorie van DRUDE, die waarde 80^0 moest zijn, heeft daaruit het besluit getrokken dat de theorie van DRUDE onjuist is. Deze gevolgtrekking wordt dus door de thans medegedeelde metingen nader gestaafd.

Voor de Boekerij worden aangeboden:

Door den heer STOKVIS diens: „Voordrachten over Geneesmiddelleer" 2e stuk, en JB. MOLESCHOTT (overdruk uit de Gids);

en, uit naam van den Heer KAPTEYN, diens: „Différence systématique entre les grandeurs photographiques et visuelles dans les différentes régions du ciel".

De vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 26 November 1892.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. mededeelingen van de Heeren J. A. C. en A. C. OUDEMANS JR., dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen;

2°. verslag van den Heer J. C. COSTERUS over zijne wetenschappelijke reis naar Buitenzorg. Het wordt in handen gesteld van de Heeren C. A. J. A. OUDEMANS en SURINGAR, om daarover in de December-vergadering verslag uit te brengen;

3°. eene verhandeling van den Heer Dr. E. GILTAY, leeraar aan

's Rijks Landbouwschool te Wageningen: „Ueber den directen Einfluss des Pollens auf Frucht- und Samenbildung". Zij wordt in handen gesteld van de Heeren RAUWENHOFF en DE VRIES om daarover verslag uit te brengen in de December-vergadering;

4°. eene uitnoodiging van de Naturforschende Gesellschaft te Danzig, ter bijwoning van het op 2 en 3 Januari a. s. te geven feest, ter gelegenheid van het 150-jarig bestaan van het Genootschap. Daar geen der leden zich beschikbaar stelt, aan de uitnoodiging gevolg te geven, zal de Afdeeling zich bepalen tot het afzenden van een adres van gelukwensching;

5°. twee glazen platen, met photographieën van de maan, vervaardigd aan het Lick Observatory en, blijkens een begeleidend schrijven, door deze Instelling aan de Akademie ten geschenke gegeven. De platen worden in handen gesteld van de Heeren KAPTEIJN en J. A. C. OUDEMANS, om te vernemen welke bestemming daaraan gegeven zal worden.

Worden gelezen de adressen van gelukwensching, bestemd voor de buitenlandsche leden der Akademie: de Heeren HERMITE en PASTEUR, die eerlang den 70-jarigen ouderdom bereikt zullen hebben. Beide adressen, waarvan dat aan den Heer HERMITE was opgesteld door de Heeren SCHOUTE en BIERENS DE HAAN, en dat aan den Heer PASTEUR door de Heeren MAC GILLAVRY en VAN 'T HOFF, worden bij acclamatie en onder dankzegging goedgekeurd.

Wiskunde. — P. H. SCHOUTE. *Een algemeene betrekking in de theorie der vlakke krommen (voortzetting).*

6. De stelling, die het hoofdonderwerp van mijn vorige mededeeling uitmaakte, staat in nauw verband met beschouwingen, die in 1865 zonder bewijs gepubliceerd zijn door LAGUERRE[1]) (*Comptes rendus*, deel 60, blz. 70). Stelt men nl. in mijn uitkomst

$$Tg\,\tfrac{1}{2}(\Sigma\alpha) = \frac{a^{n-1}b\,c_1 - a^{n-3}b^3c_3 + a^{n-5}b^5c_5 - \ldots}{a^n c_0 - a^{n-2}b^2c_2 + a^{n-4}b^4c_4 - \ldots},$$

de halve assen a en b der ellips aan elkaar gelijk, dan gaat het tweede lid over in $Tg\,(\Sigma\gamma)$, als $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_n$ de hoeken zijn, die de loodlijnen op de asymptoten met de x-as maken. Zoo vinden we

[1]) Hierop maakte Prof. NEUBERG uit Luik mij opmerkzaam.

de stelling terug, die door LAGUERRE is uitgesproken in den volgenden vorm:

„Si un cercle est tracé dans le plan d'une courbe plane, la demi-somme des angles que font avec une direction fixe arbitraire les $2n$ rayons du cercle aboutissant aux points d'intersection, est égale, à un multiple près de π, à la somme des angles que font les n asymptotes avec cette même direction".

We moeten er echter bijvoegen, dat de stelling in dezen vorm slechts waar is voor n even; voor n oneven bedraagt het verschil der beide uitdrukkingen niet een even maar een oneven veelvoud van $\frac{1}{2}\pi$.

7. In de voorgaande mededeeling hebben we de bekende stelling van CARNOT beschouwd als een bijzonder geval eener meer algemeene. Thans willen we een bijzonder geval beschouwen van de door CHASLES gegevene dualistische omkeering der stelling van CARNOT, die op haar beurt dan weer een bijzonder geval is van de dualistische omkeering der meer algemeene.

Volgens de omkeering der bedoelde stelling bestaat er een betrekking tusschen de $3n$ raaklijnen, die uit drie niet op een rechte gelegen punten aan een kromme K^n van de n^{de} klasse getrokken kunnen worden. Deze betrekking, die gemakkelijk in verhoudingen van segmenten van rechten of van sinussen van hoeken neergeschreven kan worden, is oorzaak, dat men van de $3n$ raaklijnen slechts $3n-1$ willekeurig aannemen kan en deze dan de laatste bepalen. Onderstellen we nu, dat twee der drie punten met de cyclische punten van het vlak samenvallen en de raaklijnen door deze punten alle bekend zijn, dan komt dit hiermee overeen, dat de n bestaanbare brandpunten der kromme gegeven zijn. Volgens de aangevoerde stelling bestaat er dan tusschen deze brandpunten en de raaklijnen uit het derde punt een betrekking, ten gevolge waarvan deze brandpunten en $n-1$ der raaklijnen de n^{de} raaklijn ondubbelzinnig bepalen. In de boven aangehaalde verhandeling van LAGUERRE komt deze betrekking voor in den volgenden vorm:

„Si par un point M pris dans le plan d'une courbe on mène les tangentes à cette courbe, la somme des angles que font ces tangentes avec une direction fixe arbitraire est égale à la somme des angles que font avec cette même direction les droites joignant le point M aux foyers réels de la courbe".

8. Tot het bewijs dezer nieuwe stelling brengen we met de rechthoekige cartesiaansche coördinaten x, y homogene tangentiëele

coördinaten u, v, w in verband door voor de vereenigde ligging van het punt (x, y) en de rechte (u, v, w) de betrekking $ux + vy + w = 0$ aan te nemen. De oorsprong O van het stelsel x, y en de beide cyclische punten hebben dan de tangentiëele vergelijkingen $w = 0$ en $u \pm iv = 0$, terwijl de rechte r_∞ de coördinaten (0, 0, 1) heeft. Is nu de kromme K^n door de symbolische vergelijking $(a_1 u + a_2 v + a_3 w)^{(n)} = 0$ voorgesteld en worden de n bestaanbare brandpunten door de coördinaten $(r_k \, Cos\, \alpha_k,\ r_k \, Sin\, \alpha_k)$ $(k = 1, 2, \ldots n)$ bepaald, dan zijn de isotrope rechten door deze punten

$$x + iy = r_k e^{i\alpha_k}, \qquad x - iy = r_k e^{-i\alpha_k}.$$

Dus geeft invoeging van de coördinaten $(1, \pm i, -re^{\pm i\alpha_k})$ dezer rechten in de tangentiëele vergelijking der kromme met weglating der indices

$$(a_1 + ia_2 - re^{\pm i\alpha} a_3)^{(n)} = 0,$$

welke voorwaarde zich met het oog op het dubbele teeken in twee anderen splitst. Zij geeft ons de betrekking

$$r_1 r_2 \ldots r_n e^{\pm i(\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n)} = \frac{(a_1 \pm ia_2)^{(n)}}{a_3{}^n}$$

en dus ook

$$Tg\,(\Sigma\alpha) = \frac{\binom{n}{1} a_1{}^{n-1} a_2 - \binom{n}{3} a_1{}^{n-3} a_2{}^3 + \binom{n}{5} a_1{}^{n-5} a_2{}^5 - \ldots}{a_1{}^n - \binom{n}{2} a_1{}^{n-2} a_2{}^2 + \binom{n}{4} a_1{}^{n-4} a_2{}^4 - \ldots}.$$

Verder is $y = mx$ een raaklijn door den oorsprong onder de voorwaarde $(a_1 m - a_2)^{(n)} = 0$, waaruit de betrekking

$$\frac{\binom{n}{1} a_{1n-1} a_2 - \binom{n}{3} a_1{}^{n-3} a_2{}^3 + \binom{n}{5} a_1{}^{n-5} a_2{}^5 - \ldots}{a_1{}^n - \binom{n}{2} a_1{}^{n-2} a_2{}^2 + \binom{n}{4} a_1{}^{n-4} a_2{}^4 - \ldots} =$$

$$= \frac{\underset{1}{\Sigma} m - \underset{3}{\Sigma} m + \underset{5}{\Sigma} m - \ldots}{1 - \underset{2}{\Sigma} m + \underset{4}{\Sigma} m - \ldots}$$

af te leiden is. Stellen we hierin $m_k = Tg\, \beta_k$, dan is het tweede

lid $Tg\ (\Sigma\beta)$ en vinden we dus in verband met het voorgaande de betrekking $Tg\ (\Sigma\alpha) = Tg\ (\Sigma\beta)$ of $\Sigma\alpha - \Sigma\beta = 0\ (\text{mod. } \pi)$.

9. Zijn $A_1, A_2, \ldots A_n$ gegeven punten en is het bewegelijk punt P gebonden door de voorwaarde, dat de som der hoeken door de lijnen $PA_1, PA_2, \ldots PA_n$ met een vaste lijn OX gevormd op een veelvoud van π na standvastig is, dan is de meetkundige plaats van P een kromme C^n van den n^{den} graad. Want de betrekking

$$\frac{\underset{1}{\Sigma} m - \underset{3}{\Sigma} m + \underset{5}{\Sigma} m - \ldots}{1 - \underset{2}{\Sigma} m + \underset{4}{\Sigma} m - \ldots} = \text{standvastig}$$

gaat door de substitutie $m_k = \dfrac{y - y_k}{x - x_k}\ (k = 1, 2, \ldots n)$ na verdrijving van breuken in een vergelijking van den n^{den} graad in x en y over. En bij verandering der standvastige waarde van het tweede lid doorloopt C^n een bundel, tot wiens n^2 basispunten de n gegeven punten moeten behooren. Werkelijk is de som der hoeken onbepaald, als P met een der punten A_k samenvalt. En in het algemeen toont men gemakkelijk aan, dat de beide krommen

$$\underset{1}{\Sigma} m - \underset{3}{\Sigma} m + \underset{5}{\Sigma} m - \ldots = 0, \qquad 1 - \underset{2}{\Sigma} m + \underset{4}{\Sigma} m - \ldots = 0$$

de n punten A_k en de bij elk tweetal van deze behoorende antipunten gemeen hebben.

Als $A_1, A_2, \ldots A_n$ de bestaanbare brandpunten eener kromme K^n voorstellen, wordt uit bovenstaande beschouwing in verband met de tweede stelling van LAGUERRE de volgende uitkomst verkregen:

„De meetkundige plaats der punten P, waarvoor de n raaklijnen aan een gegeven kromme K^n met een vaste lijn OX hoeken maken, waarvan de som op een veelvoud van π na standvastig is, is een kromme C^n van den n^{den} graad, die door de n^2 brandpunten van de gegeven kromme K^n gaat".

Deze stelling is bekend (SALMON-FIEDLER, *Analytische Geometrie der höheren ebenen Curven*, 2de druk, blz. 137). Bovenstaande afleiding bewijst nu echter bovendien, dat elk der krommen van den gevondenen bundel voor alle mogelijke krommen K^n met dezelfde brandpunten dezelfde som van hoeken oplevert.

10. Beschouwen we verder twee krommen K^n_a en K^n_b met de

bestaanbare brandpunten $A_1, A_2, \ldots A_n$ en $B_1, B_2, \ldots B_n$, dan kunnen we vragen naar de meetkundige plaats van het punt P, waarover de beide n-tallen van raaklijnen met betrekking tot dezelfde lijn OX tot dezelfde som van hoeken voeren. Deze is dan tevens de meetkundige plaats van de snijpunten der overeenkomstige krommen $C^n{}_a$ en $C^n{}_b$ van de twee bundels $(C^n{}_a)$ en $(C^n{}_b)$, die bij $K^n{}_a$ en $K^n{}_b$ behooren en tusschen welke door de gelijkheid der bedoelde sommen een projectief verband gelegd wordt. Zij zou dus een kromme C^{2n} zijn, die in elk der cyclische punten een n-voudig punt heeft en door de $2n$ punten A en B gaat, indien de rechte r_∞ niet als een oneigenlijk deel der meetkundige plaats te beschouwen ware. Dus is het eigenlijke deel een penisotrope kromme C^{2n-1}, die in elk der cyclische punten een $n-1$-voudig punt heeft en door de $2n$ punten A en B gaat. Als geen der punten A met een der punten B samenvalt, kan deze kromme nergens buiten de cyclische punten een dubbelpunt hebben; dus is zij in het algemeen van het geslacht $\frac{(2n-2)(2n-3)}{2} - 2\,\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ of $(n-1)^2$.

11. De gevondene kromme C^{2n-1} kan ook uit een ander oogpunt beschouwd worden. Klaarblijkelijk verandert zij niet, als men K_a en K_b door twee andere krommen uit de schaar (K_a, K_b) vervangt. Evenmin als men dit doet, nadat voor K_a en K_b de twee stelsels van n punten A en B in de plaats gesteld zijn. Dus is C^{2n-1} de meetkundige plaats van de brandpunten der krommen K^n, die de n^2 rechten $A_k B_l$ aanraken.

Voor $n=2$ is deze uitkomst bekend. Let men behoorlijk op het teeken, dan is de daar optredende C^3 niet alleen de meetkundige plaats van de brandpunten der in de vierzij $A_1 B_1 A_2 B_2$ beschreven kegelsneden, maar ook die van het punt P, waaruit de segmenten $A_1 B_1$ en $B_2 A_2$ (of $A_1 B_2$ en $B_1 A_2$) onder gelijke hoeken gezien worden.

12. Hoeveel punten P zijn er te vinden, die ten opzichte van drie gegeven krommen $K^n{}_a$, $K^n{}_b$, $K^n{}_c$ en dus met betrekking tot al de krommen K^n van het door deze drie bepaalde weefsel tot een zelfde som van hoeken voeren?

De bij de scharen $(K^n{}_a, K^n{}_b)$ en $(K^n{}_a, K^n{}_c)$ behoorende krommen C^{2n-1} hebben behalve de cyclische punten en de n^2 brandpunten A van $K^n{}_a$! nog $(2n-1)^2 - 2(n-1)^2 - n^2$ of n^2-1 punten gemeen. Dus zijn er n^2-1 punten van de verlangde eigenschap.

Hieruit volgt o. a., dat de kubische kromme, die de meetkundige

plaats is van de punten P, waaruit men drie segmenten $A_1 A_2$, $B_1 B_2$, $C_1 C_2$ in involutie ziet, drie punten bevat, voor welke deze involutie is een hyperbolisch gelijkzijdige (met loodrecht op elkaar staande dubbelstralen).

13. In het geval $n=2$ der kegelsneden zegt de tweede stelling van LAGUERRE, dat de rechten, die den hoek $A_1 P A_2$ der brandpuntsvoerstralen middendoordeelen, tevens de deellijnen zijn van den hoek begrepen tusschen de beide raaklijnen. Anders gezegd, de involutie der raaklijnen uit P aan de schaar van confocale kegelsneden heeft twee loodrecht op elkaar staande dubbelstralen. Deze zeer bekende stelling gaat voor $n>2$ in de volgende over:

„De raaklijnen uit een punt P aan de krommen van de n^{de} klasse, die de punten A_1, A_2, ... A_n tot gemeenschappelijke bestaanbare brandpunten hebben, vormen een involutie I^n_{n-1} van den n^{den} graad en van den $n-1^{sten}$ rang (waarbij men $n-1$ der n stralen van elke groep willekeurig aannemen kan). De n rechten, in welke n overeenkomstige stralen samenvallen, vormen een regelmatige ster met $2n$ halfstralen".

Dus kunnen de door den oorsprong gaande raaklijnen aan alle krommen K^n met de bestaanbare brandpunten $A_1, A_2, \dots A_n$ door de vergelijking

$$\sum_{k=1}^{k=n} \lambda_k \left[y - x\, Tg\left(\varphi + \frac{2k\pi}{n}\right)\right] = 0$$

voorgesteld worden, als $n\varphi$ de som der n hoeken $A_k O X$ aanduidt.

Ten slotte merken we op, dat de krommen K^n met gemeenschappelijke brandpunten een $\frac{n(n+3)}{2}$ -- $2n$ - of $\frac{n(n-1)}{2}$ - voudig oneindig stelsel vormen, hoewel de raaklijnen uit P slechts een $n-1$-voudig oneindig stelsel bepalen.

Aardkunde. — De Heer van BEMMELEN biedt, uit naam der Geologische Commissie, voor de Verhandelingen der Afdeeling twee opstellen aan van den Heer Dr. LORIÉ, nl.:

a. Verslag over eenige boringen in het westelijk gedeelte der provincie Utrecht.

b. Eenige onderzoekingen in den Nieuwen Maasmond,

Scheikunde. — De Heer VAN BEMMELEN houdt de volgende voordracht *„Over de dampspanning van het colloïdale kiezelzuur."*

Door vroegere onderzoekingen [1]) heb ik aangetoond, dat de groote hoeveelheid water, aan oxyden in colloïdalen toestand (de hydrogels van GRAHAM) gebonden, geheel of ten deele geen chemisch gebonden water mag geacht worden. Bij geene temperatuur of waterdampdruk bezit het colloïd eene samenstelling naar eenvoudige molekuulverhouding, noch is deze samenstelling binnen zekere grenzen van temperatuur of dampdruk standvastig. Het verschijnsel van dissociatie is dus een ander dan hetgeen bij chemische verbindingen voorkomt. In eene omgeving, waarin de waterdamp-spanning, bij standvastige temperatuur, tusschen twee grenzen wordt gehouden, is een bepaald chemisch hydraat (als de dehydratatie omkeerbaar is) standvastig. Boven die grens kan zich een hooger hydraat of eene oplossing vormen, als deze bestaanbaar zijn; beneden die grens een lager hydraat of de watervrije stof Er hebben dus sprongen plaats, die zich bij colloïdale oxyden niet voordoen. Wordt de T. gewijzigd, dan blijven de chemische hydraten tot aan eene zekere T. standvastig, de colloïdale niet. Deze verschillen komen het duidelijkst aan den dag, wanneer van hetzelfde oxyd een chemisch en een colloïdaal hydraat (een hydrogel) kan bereid worden, zooals ik voor BeO en Al_2O_3 heb aangetoond.

Bovendien hangt de hoeveelheid gebonden water, ceteris paribus, van moleculaire wijzigingen af, die het hydrogel na zijne vorming ondergaan heeft door verblijf onder water, door indrooging, of door verwarming. Die wijzigingen kunnen grooter of kleiner zijn, omkeerbaar of onomkeerbaar, zooals ik voor de hydrogels van SiO_2, Al_2, O_3, Fe_2O_3, SnO_2, Cr_2O_3 aangetoond heb.

Ik heb de bovenbeschrevene verschijnselen nog meer in bijzonderheden nagegaan bij het kiezelzuur — en wel voor dien toestand, waarin het door afscheiding uit eene verdunde alkalische oplossing door zoutzuur verkregen wordt — bij de temperatuur van 15°. Als het hydrogel door verdamping zijn water verliest, verliezen blijkbaar alle deeltjes zulks, en vormt zich niet, deeltje na deeltje, eene chem. verbinding met één of meer moleculen water minder. Voorts is het oogenblik niet te bepalen, wanneer het hydrogel droog wordt. Naarmate de hoeveelheid water vermindert, wordt het uitpersen van het ingesloten water moeilijker. Ik kan mij aan de voorstelling niet

[1]) *Rec. d. Trav. Chim. d. Pays-Bas*, VII. (1888) p. 37—119.

onttrekken, dat men met een moleculairen bouw te doen heeft, die nader staat bij eene georganiseerde stof (zooals de eiwitstoffen in het protoplasma of zooals eenig organisch weefsel) dan de kristalloïdale stoffen. Naarmate de stof water verliest en den schijnbaar droogen toestand nadert, wordt het water langzamer losgelaten, en het maakt den indruk of de overgang van het hydrogel tot eene harde hoornachtige stof, die ten slotte ontstaat, geleidelijk (continu) is. Als het hydrogel van het kiezelzuur dat bij zijn ontstaan eenen samenhangenden klomp vormt, met water tot vlokken is losgeschud, om uitgewasschen te worden, en in eene schaal gebracht wordt om langzaam te drogen, zoo vormt zich allengs op nieuw een homogene doorschijnende klomp. Als deze nog 40 H_2O bevat, laat hij zich reeds snijden, bij 18 H_2O is hij steviger maar nog week, bij 14—12 H_2O laat hij zich reeds fijnwrijven maar hangt nog aan, bij 10 H_2O is hij reeds vrij hardbrokkelig. Bij 8—7 H_2O springen de harde stukjes elastisch uiteen als zij in een mortier gebroken worden. Bij 6—5 H_2O zijn deze reeds geheel hard en tot een fijn poeder te wrijven. De overgangen zijn dus gansch geleidelijk.

Ik heb thans de samenstelling bepaald van het hydrogel, wanneer het zich, bij ± 15°, in evenwicht heeft gesteld met waterdamp van verschillende spanning, en daaruit afgeleid het afnemen van de waterdampspanning van het hydrogel, naarmate het water verliest.

Vooreerst bleek het daarbij onverschillig, of een klomp, dan wel kleine stukjes, of fijn poeder genomen werden.

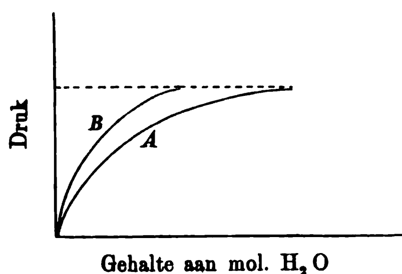
De stof werd geplaatst boven zwavelzuur van verschillende sterkte (welker dampspanningen door REGNAULT bepaald zijn) en telkens na 1 uur of na 1 dag gewogen, zoolang tot de samenstelling nagenoeg standvastig was geworden; waartoe vele dagen noodig waren, als de stof nog veel water bevatte. De temperatuur bewoog zich tusschen 19° en 14°. Bovendien heb ik in een daartoe uitgedachten toestel enkele spanningen rechtstreeks gemeten en verkreeg overeenstemmende uitkomsten.

Bij een watergehalte van ongeveer 10 H_2O was de druk, zooals te verwachten was, niet te onderscheiden van dien van enkel water. (Gevonden ± 12.6⁵ mm. — REGNAULT vond voor water 12.674 bij 15°). Maar bij 6.1 H_2O laat zich reeds een onderscheid aantoonen. Nadat het hydrogel (A) van 53 mol. tot 8 mol. H_2O was afgenomen, werden de volgende samenstellingen en dampspanningen waargenomen, (Over kiezelzuur B zie later bladz. 72.)

TABEL I.

Molec. H_2O op 1 Mol. H_2SO_4	Dampspann. van het zwavelz. bij 15°	Samenstelling van het kieselzuur (A) onder deze dampspanningen Mol. H_2O	Samenstelling van het kieselz. (B) onder deze dampspanningen Mol. H_2O	Verschillen tusschen A en B Mol. H_2O
74	< 12.674	6.1		
48	" "	5.5		
36	" "	4.7^{5} (*)	2.16	2.6
17	10.674	3.15 (*)	1.07	2.0^{8}
11	8.995	2.5	0.67	1.8
9	7.958	2.16	0.59	1.5^{6}
7	6.194	1.08	0.52	0.5^{6}
5	4.215	0.57	0.43	0.1^{4}
4'	2.7	0.45	0.37	0.0^{8}
2	0.651	0.28	0.24	0.0^{4}
0.25	0.0	0.2 (*)	0.2	0.0^{0}
		(*) drie tot vijfmalen herhaald.		

Stelt men deze uitkomsten graphisch voor (de dampspanningen als ordinaten, de samenstellingen als abscissen) dan verkrijgt men de volgende figuur:



Aangezien kleine temperatuursverschillen geen merkbaar verschil in de uitkomsten gaven, mag aangenomen worden, dat: als de T. van het verdunde zwavelzuur *enkele* graden toeneemt of afneemt, ook de spanning van het water in het kiezelzuur *bij benadering* daarmede gelijken tred houdt. Bovenstaande waarnemingen bewijzen, dat de dampspanning van het kiezelzuur geleidelijk (continu) afneemt, naarmate het watergehalte daalt, zonder merkbare sprongen. Dus wordt het water toenemend sterker gebonden, naarmate het vermindert. Dit verschijnsel sluit zich aan dat der zoogenaamde absorbtie aan (van gassen als NH_3 of SO_2 door kool, door vloeistoffen enz). Het kiezelzuur verwijdert zich ver van de chemische hydraten.

Daarmede is geheel in overeenstemming, dat de verdamping van het water, die eerst met ongeveer dezelfde snelheid plaats heeft al

enkel water, onafgebroken en geleidelijk afneemt als de samenstelling beneden 12 mol. H_2O daalt. Dit is bij 10—20⁰ waargenomen bij reeksen van bepalingen om het uur of om den dag, zoowel boven $H_2SO_4 . 36 H_2O$, als boven $H_2SO_4 . 17 H_2O$, $H_2SO_4 . 11 H_2O$, $H_2SO_4 . {}^1/_4 H_2O$, en zoowel bij eenen klomp, als bij kleine korrels, en bij fijn poeder.

Het was nog de vraag, in hoeverre de dehydratatie omkeerbaar is. Dit blijkt uit de volgende tabel.

TABEL II.

Molec. H_2O op 1 Mol. H_2SO_4	Samenst. v. h. kiezelzuur A nevens dit zwavelzuur	Idem nadat A ontwaterd is tot $SiO_2 . 0,2H_2O$	Samenst. v. h. kiezelzuur B nevens dit zwavelzuur	Idem nadat B ontwaterd is tot $SiO_2 . 0,2 H_2O$	Idem als B weder water afgeeft
	Mol. H_2O	Mol. H_2O	Mol H_2O	Mol. H_2O	
enkel water		2^3	—	±4.1 →	±4.1
74	6.1	2^3	—	—	—
48	5.5	↑ 2^3	—	↑ —	—
36	4.7	2^3	2.1^6	1.9	2.3^5
17	3.1	Weder toenemend 2.3	1.0^7	Weder toenemend 0.9	Weder afnemend 1.0^7
11	2.5^3	2.2^3	0.6^7	0.6^7	0.7^0
9	2.1^6	2.1	0.5^9	0.6^4	—
7	Afnemend 1.0^8	—	0.5^2	0.4^3	↓ —
5	0.5^7	—	Afnemend 0.4^3	0.4^1	—
4^1	↓ 0.4^6	—	0.3^7	0.3^8	—
2	0.2^8	—	↓ 0.2^4	0.2^6	—
0.25	0.19 →	0.19	0.19 →	0,19	0.19

Het hydrogel werd niet verder gedehydrateerd dan tot 0.19 H_2O, door blootstelling van sterk zwavelzuur bij 15⁰, en vervolgens weder aan den damp van meer en meer verdund zwavelzuur blootgesteld, ten slotte boven enkel water gesteld. Het hydrogel (A) nam niet meer water op dan $2^1/_3$ mol., en bleef daarbij staan; de werking was niet verder omkeerbaar, zelfs nadat het met water bevochtigd was. De structuur of moleculaire bouw is dus door het ontwateren gewijzigd. Ook als het kiezelzuur oorspronkelijk niet verder dan tot 3.1 Mol. ontwaterd was, nam het boven zeer verdund zwavelzuur weinig weder op.

Merkwaardig is het nu, dat een hydrogel (B in de vorige tabellen) dat voor tien jaren bereid, en toen aan de lucht gedroogd was tot aan de samenstelling $Si O_2$. $2^3 H_2 O$, en die samenstelling in een gesloten flesch behouden had, blijkbaar eene diepere wijziging ondergaan had. Onder dezelfde omstandigheden toch van temperatuur en dampspanning, stelt het zich daarmede in evenwicht onder vasthouding van minder water, dan bij A. het geval is [1]). Men raadplege de laatste kolom van Tabel I. Bovendien worden bij de omkeering, als de stoffen weder water opnemen (zie tabel II), dezelfde samenstellingen verkregen, zoolang tot dat de samenst. $Si O_2$ 2,3 $H_2 O$, bereikt is. Derhalve: door de ontwatering (bij 15°) komt het versche kiezelzuur nog niet in den toestand, waarin het, met de samenstelling $Si O_2$ $2^1/_3$ $H_2 O$, na verloop van jaren gekomen is [2]).

Bij de laatste proefnemingen deed zich nog een verschijnsel voor, dat opmerking verdient. Als twee hydrogels van ongelijk watergehalte nevens elkander in eene besloten ruimte [3]) worden gesteld, gaat water van het rijkere naar het armere over. Door tal van proeven heb ik dit gestaafd, doch daarbij waargenomen, dat het waterarmere ook na zeer langen tijd in gehalte achterblijft; de snelheid van overgang wordt hoe langer hoe kleiner, en nadert dus na eenige dagen nul. De groote van het verschil hangt van het gehalte af dat ten slotte beide bereiken. Hoe geringer dit is, hoe minder verschil en omgekeerd; en in zooverre is dit verschil onafhankelijk van den begintoestand.

	Eindtoestand:	Eindtoestand:	Verschil
	Het waterarmere	Het waterrijkere	
Mol. $H_2 O$ op 1 Mol. $Si O_2$ (Hydrogel B)	0.57 $H_2 O$	0.60 $H_2 O$	0.03 $H_2 O$
	0.74 "	0.87 "	0.13 "
	0.92 "	1.15 "	0.23 "
	1.3 "	1.7 "	0.4 "
	1.5 "	"2.0	0.5 "
	1.6 "	2.1 "	0.5 "
	2.1 "	2.7 "	0.6 " (na $4^1/_2$ maand)

[1]) Bij een colloïdaal ijzeroxyd, dat nog ± 6 $H_2 O$ bevatte, en acht jaren aldus bewaard was, werd hetzelfde vroeger door mij waargenomen.

[2]) Het kiezelzuur B neemt echter boven water meer op dan A, en bereikt zelfs ± 4.1 $H_2 O$. Dit water is echter uiterst zwak gebonden, en verdampt aan de lucht in zeer korten tijd. Ook dit is een bewijs voor eene wijziging in de moleculaire gesteldheid.

[3]) In eene donkere kast in een vertrek op het noorden, waarin de T. wisseling steeds gering was. Onder deze omstandigheden sloeg geen water hier of daar aan, zoo als altijd plaats heeft, als het licht niet wordt uitgesloten, en de Temperatuur niet aan alle zijden dezelfde is.

Hierdoor worden de afwijkingen in sommige cijfers der 2de tabel, van B, verklaard, te weten:

	Bij wateropneming	Bij daaropvolgende ontwatering	Verschil
boven H_2SO_4 11 H_2O	0.67 H_2O	0.70 H_2O	0.03 H_2O
" " 17 "	↓ 0.9 "	↑ 1.07 "	0.17 "
" " 36 "	1.9 "	2.35 "	0.55 "
" water	± 4.1 " ⟶	± 4.1 "	

Bij de colloïdale Al^2O_3, Fe_2O_3, SnO_2, Cr_2O_3 waren vroeger gedurende de ontwatering grootere wijzigingen waargenomen dan bij het SiO_2. Het is nu gebleken dat het laatste hydrogel, als het bij 15° ontwaterd wordt tot 0,2 H_2O, in zijne moleculaire of molen-structuur gewijzigd wordt, in zooverre het niet meer water dan tot 2.3 H_2O opneemt — en dat het, met een gehalte van 2.3 H^2O langen tijd bewaard wordende, nog meer aan waterbindendvermogen verliest.

De eigenaardige verbindingen, die ontstaan als colloïden of hydrogels (zooals die van SiO_2, SnO_2, MnO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CrO_3, BeO en ook de zoogen. humuszuren) uit oploss. van zuren, bases, zouten, hiervan zooveel opnemen, totdat een evenwicht zich heeft ingesteld tusschen de concentratie in het colloïd en de concentratie der oplossing — deze heb ik vroeger „Absorbtie-verbindingen" genoemd, en ze vergeleken met de absorbtiën van gassen in metalen, kool, vloeistoffen enz. [1]) De aantrekking (als men dat beeld wil toepassen) is sterker naarmate minder geabsorbeerd of gebonden is, en omgekeerd. Daarmede laten zich dan de regelen in overeenstemming brengen welke uit de absorbtie-verschijnselen door mij afgeleid zijn [2]). Op die verbindingen moge ook de benaming van VAN 'T HOFF „vaste oplossingen" toegepast worden.

Nu het gebleken is, dat de kromme lijn der dampspanning naar het watergehalte eene geleidelijke kromming zonder sprongen bezit, kan men te meer het water als in het kiezelzuur vastgelegd, op de wijze der „vaste oplossingen", beschouwen. Bevat nu het water, waaruit het hydrogel zich heeft afgescheiden, zouten, zuren, bases enz. in oplossing (of wordt het uitgewasschen hydrogel met eene

---

1) *Landw. Vers. Stat.* XXXV (1888). Die Absorptionsverbind. und das Absorptionsvermögen der Ackererde. S. 69—136.

2) Ibidem S. 91—104.

oplossing van een zout enz. in aanraking gebracht), dan komen deze zouten, zuren, bases ook in het hydrogel water mede in „vaste oplossing", en zoo kan de concentratie van het colloïd aan zuur, aan basis, aan zout enz. veel sterker worden dan die der waterige oplossing nevens het colloïd, gelijk de proefnemingen geleerd hebben. Die concentratie hangt bovendien nog van den toestand van het colloïd, en van de opgeloste stof af.

Het proefondervindelijk geleverde bewijs van het geleidelijk verloop der dampspanning van het $Si\,O_2$-hydrogel biedt steun aan de jongste beschouwing van TAMMANN omtrent de osmotische verschijnselen bij hetgeen hij noemt: Niederschlags-Membranen [1]). Ook mijne vroegere waarnemingen omtrent absorbtie-verbindingen steunen zijne hypothese omtrent de mindere of meerdere doordringbaarheid (permeabiliteit) dier vliezen.

Natuurkunde. — H. A. LORENTZ. *De relatieve beweging van de aarde en den aether.*

Ter verklaring van de aberratie van het licht werd door FRESNEL aangenomen, dat de aether niet in de jaarlijksche beweging der aarde deelt, hetgeen natuurlijk in zich sluit dat onze planeet voor die middenstof volkomen doordringbaar is. Later heeft STOKES getracht eene verklaring te geven in de onderstelling dat de aether door de aarde wordt medegesleept en dat dus aan elk punt van het aardoppervlak de snelheid van den aether dezelfde is als die der aarde.

Met deze theorieën heb ik mij eenige jaren geleden uitvoerig beziggehouden [2]). Het bleek mij toen dat nog andere verklaringswijzen mogelijk zijn, die min of meer het midden houden tusschen de zooeven genoemde, en dan ook, daar zij niet zoo eenvoudig zijn, minder aandacht verdienen. Van de twee uiterste opvattingen meende ik die van STOKES te moeten verwerpen, omdat zij het bestaan van een snelheidspotentiaal voor de beweging van den aether verlangt, hetgeen niet vereenigbaar is met de gelijkheid der snelheden van de aarde en den aangrenzenden aether.

De meening van FRESNEL daarentegen kon alle beschouwde verschijnselen bevredigend verklaren, wanneer men voor doorschijnende ponderabele stoffen den „meêsleepings-coëfficient" invoerde, die door FRESNEL werd aangegeven en waarvan ik de waarde onlangs uit de electromagnetische theorie van het licht heb afgeleid [3]).

---

[1]) *Zeitschrift f. physik. Ch.* X. (1892). S. 263.

[2]) *Verslagen en Mededeelingen.* 3de Reeks, Deel II, p. 297, 1886. *Archives néerlandaises,* T. XXI, p. 103. 1887.

[3]) *Archives néerlandaises,* T. XXV, p. 363. 1892.

Eene groote moeilijkheid was echter gelegen in eene interferentieproef die MICHELSON [1]) genomen heeft, ten einde tusschen de twee theorieën te beslissen.

MAXWELL had reeds opgemerkt dat, indien de aether niet medegaat, de beweging der aarde een invloed moet hebben op den tijd dien het licht behoeft om tusschen twee vaste met de aarde verbonden punten heen en weer te gaan. Is l de afstand, V de snelheid van het licht, en p die der aarde, dan is de bedoelde tijd als de verbindingslijn der punten evenwijdig loopt aan de bewegingsrichting der aarde

$$2\frac{l}{V}\left(1+\frac{p^2}{V^2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

en als zij loodrecht daarop staat

$$2\frac{l}{V}\left(1+\frac{p^2}{2V^2}\right), \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

gevende een verschil

$$\frac{lp^2}{V^3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3).$$

MICHELSON gebruikte een toestel met twee even lange loodrecht op elkander staande horizontale armen, die aan de uiteinden spiegels droegen, loodrecht op hunne richting. Er werd een interferentieverschijnsel waargenomen, waarbij de eene straal van het kruispunt af langs den eenen arm heen en weer ging en de tweede hetzelfde langs den anderen arm deed. De geheele toestel — met inbegrip van lichtbron en waarnemingskijker — kon om eene verticale as worden gedraaid en de tijd van waarneming was zoo gekozen dat men daarbij zoo goed mogelijk òf den eenen òf den anderen arm in de bewegingsrichting der aarde kon brengen. Nemen wij gemakshalve aan dat dit volkomen het geval was; dan moesten — als FRESNEL's theorie juist was — door de beweging der aarde de stralen die in de richting daarvan heen en weer gingen ten opzichte van de andere de door (3) bepaalde vertraging ondergaan. Wenteling over 90° moest alle phase-verschillen veranderen met een bedrag dat, in tijdseenheden uitgedrukt, door het dubbel van (3) wordt gegeven. Van eene verplaatsing der interferentiestreepen bleek echter niets.

---

[1]) *American Journal of Science*, 3d Ser. Vol. XXII, p. 120.

Men kon tegenover dit onderzoek nog de opmerking maken dat de lengte der armen te klein was om de verschuiving der streepen onmiskenbaar te voorschijn te doen komen, maar MICHELSON heeft dit bezwaar weerlegd door eene herhaling op grooter schaal in gemeenschap met MORLEY [1]). Daarbij gingen de lichtstralen in elke der twee onderling loodrechte richtingen ettelijke malen heen en weer, telkens door spiegels teruggekaatst; deze spiegels waren, evenals al wat verder bij de proef diende, op een steenen zerk geplaatst die op kwik dreef en in een horizontaal vlak kon worden rondgedraaid. De door FRESNEL's theorie verlangde verschuiving der streepen bleef ook nu uit.

Ik heb lang vruchteloos over deze proef nagedacht en heb ten slotte slechts één middel kunnen bedenken om de uitkomst ervan met de theorie van FRESNEL te verzoenen. Het bestaat in de onderstelling dat de verbindingslijn van twee punten van een vast lichaam niet even lang blijft indien zij eerst evenwijdig aan de bewegingsrichting der aarde loopt en vervolgens loodrecht daarop wordt geplaatst. Indien b. v. de afstand in 't laatste geval l en in 't eerste $l\,(1-\alpha)$ is, moet men van de uitdukkingen (1) en (2) de eerste met $1-\alpha$ vermenigvuldigen. Met verwaarloozing van $\frac{\alpha p^2}{V^2}$ geeft dit

$$2\frac{l}{V}\left(1+\frac{p^2}{V^2}-\alpha\right).$$

Het verschil hiervan met (2) — en daarmede 't geheele bezwaar — zou verdwijnen als

$$\alpha=\frac{p^2}{2V^2}$$

was.

Eene dergelijke verandering van de lengte der armen bij de eerste proef van MICHELSON, en van de afmetingen van den steen bij de tweede is nu inderdaad, naar 't mij voorkomt, niet ondenkbaar. Waardoor toch worden de grootte en de gedaante van een vast lichaam bepaald? Klaarblijkelijk door de intensiteit der molekulaire krachten; elke oorzaak die deze wijzigde zou ook op den vorm en de afmetingen invloed hebben. Nu mogen wij tegenwoordig wel aannemen dat electrische en magnetische krachten door tusschenkomst van den aether werken Het is niet onnatuurlijk hetzelfde voor de

---

[1]) *American Journal of Science*, 3d Ser. Vol. XXXIV, p. 333. 1887.

molekulaire krachten te onderstellen, maar dan kan 't een verschil maken of de verbindingslijn van twee stofdeeltjes, die zich te zamen door den aether verschuiven, evenwijdig aan de bewegingsrichting loopt of loodrecht daarop staat. Men ziet gemakkelijk in dat een invloed van de orde $\frac{p}{V}$ niet te verwachten is, maar een invloed van de orde $\frac{p^2}{V^2}$ is niet uitgesloten en dat is juist wat wij noodig hebben.

Daar wij van het wezen der molekulaire krachten niets weten is het onmogelijk de hypothese op de proef te stellen. Wij kunnen alleen — natuurlijk gebruik makende van meer of min aannemelijke onderstellingen — den invloed berekenen van de beweging der ponderabele stof op electrische en magnetische krachten. Misschien is het de moeite waard te vermelden dat de uitkomst waartoe men bij electrische krachten geraakt, als zij wordt overgebracht op molekulaire krachten, juist de boven voor α opgegeven waarde geeft.

Zij A een stelsel van stoffelijke punten, van zekere electrische ladingen voorzien, en met betrekking tot den aether in rust, B het stelsel derzelfde punten als zij zich in de richting der x-as met de gemeenschappelijke snelheid p door den aether verplaatsen. Uit de door mij ontwikkelde vergelijkingen [1]) kan men afleiden, welke krachten de deeltjes in het stelsel B op elkander uitoefenen. Het eenvoudigst kan men die aangeven als men nog een derde stelsel C invoert, dat evenals A in rust is, maar zich van dit laatste door de ligging der punten onderscheidt. Het stelsel C kan namelijk uit A verkregen worden door eene eenzijdige uitrekking, waarbij alle afmetingen in de richting der x-as $1 + \frac{p^2}{2\,V^2}$ maal grooter worden en alle afmetingen loodrecht daarop onveranderd blijven.

Het verband tusschen de krachten in B en C komt nu hierop neer, dat de componenten in de richting der x-as in B dezelfde zijn als in A, terwijl de componenten loodrecht op de x-as $1 - \frac{p^2}{2\,V^2}$ maal zoo groot zijn als in C.

Brengen wij dit over op de molekulaire krachten en stellen wij ons een vast lichaam voor als een stelsel stoffelijke punten die onder den invloed van hunne onderlinge aantrekkingen en afstootingen in evenwicht zijn. Zij het stelsel B zulk een lichaam wanneer het zich

[1]) *Archive néerlandaises*, T. XXV. p. 498.

door den aether beweegt. De krachten die dan op een der stoffelijke punten werken moeten elkander opheffen. Uit het bovenstaande volgt dat dit dan in het stelsel A niet het geval kan zijn, maar wel in het stelsel C; immers, al worden bij den overgang van B naar C alle krachten loodrecht op de x-as veranderd, dit kan het evenwicht niet verstoren, daar zij alle in dezelfde verhouding worden gewijzigd. Aldus ziet men dat, als B de evenwichtstoestand van het lichaam is gedurende eene verschuiving door den aether, C de evenwichtstoestand moet zijn als die verschuiving niet bestaat. Maar de afmetingen van B in de richting der x-as zijn $1 - \frac{p^2}{2 V^2}$ maal de overeenkomstige afmetingen van C, terwijl de afmetingen volgens richtingen loodrecht op de x-as in beide stelsels hetzelfde zijn. Men komt dus juist tot een invloed van de beweging op de afmetingen, zooals die boven voor de verklaring van MICHELSON's proef noodig bleek te zijn.

Natuurlijk mag aan deze uitkomst niet veel gewicht worden gehecht; daartoe is de overbrenging op molekulaire krachten van hetgeen voor electrische krachten gevonden werd te gewaagd. Bovendien, al wilde men dat doen, dan zou 't nog de vraag zijn of de beweging der aarde de afmetingen in de eene richting verkort — wat boven ondersteld werd — of die in richtingen loodrecht daarop verlengt, met welke onderstelling men hetzelfde doel zou kunnen bereiken.

Met dat al schijnt het niet te ontkennen dat veranderingen der molekulaire krachten, en dien ten gevolge der afmetingen van een lichaam, van de orde $\frac{p^2}{2 V^2}$ mogelijk zijn. De proef van MICHELSON verliest daardoor hare bewijskracht voor de vraag met 't oog waarop zij genomen werd. Hare beteekenis is — als men FRESNEL's theorie aanneemt — veeleer daarin gelegen dat zij ons iets omtrent de veranderingen der afmetingen kan leeren.

Daar $\frac{p}{V} = \frac{1}{10000}$ is, wordt $\frac{p^2}{2 V^2}$ een tweehonderd millioenste. Eene verkorting van de middellijn der aarde met dit bedrag zou 6 c.M. bedragen. Bij de vergelijking van meterstaven is er geen sprake van dat men eene verandering der lengte met een tweehonderd millioenste zou kunnen waarnemen, en al lieten de waarnemingsmethoden dit toe, dan zou men door het naast elkaâr plaatsen van twee staven toch nooit iets van de besproken veranderingen bespeuren wanneer die bij beide staven in dezelfde mate plaats hadden. Het eenige middel zou zijn de lengte van twee loodrecht op elkan-

der geplaatste staven te vergelijken en wilde men dit door de waarneming van een interferentie-verschijnsel doen, waarbij de eene lichtstraal langs de eerste en de andere langs de tweede staaf heen en weer gaat, dan zou men op de proef van MICHELSON terugkomen. De invloed der gezochte lengteverandering zou dan echter weer gecompenseerd worden door de verandering der phaseverschillen die door de uitdrukking (3) bepaald wordt.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt voor de boekerij namens den Heer Dr. A. H. BORGESIUS diens proefschrift aan, getiteld: „*De dubbelbifilaire Electrometer en hiermede verrichte metingen van de potentiaalverschillen bij ontlading in lucht*", hetwelk onder leiding van prof. HAGA in het Natuurkundig Laboratorium te Groningen bewerkt is. Hij acht verscheidene van de door Dr. BORGESIUS verkregen uitkomsten zeer belangrijk voor de kennis der ontladingsverschijnselen en deelt omtrent den inhoud van dit proefschrift het volgende mede.

De eerste afdeeling bevat de beschrijving en theorie van een volgens de beginselen van JAUMANN door Dr. BORGESIUS gebouwden eenvoudigen dubbelbifilairen electrometer. Dr. BORGESIUS gebruikt daarbij vloeistofdemping, doch maakt deze niet aperiodiek, daar alsdan bij langzame lading de aanwijzingen voor de ontladingspotentialen te klein zijn. Nulpunt en reductiefactor van het instrument bleven zeer constant.

In de tweede afdeeling vindt men een overzicht van de door Dr. BORGESIUS en van de door andere waarnemers gevonden waarden van den ontladingspotentiaal bij bolvormige en vlakke electroden. Ter verklaring van de zeer slechte overeenstemming dier waarden onderling, heeft JAUMANN de hypothese opgesteld, dat zij te wijten zou zijn aan den invloed van zeer snelle schommelingen van den potentiaal (zooals door het invoegen van kleine vonkjes, in de ontladingsbaan ontstaan) op den voor ontlading noodigen potentiaal. Deze verklaring ontzenuwt Dr. BORGESIUS door verscheidene proeven. Verder heeft hij den invloed van stof, corrosie der electroden, naburige geleiders, polaire verschillen en vochtigheid onderzocht en dien betrekkelijk gering gevonden. De waarschijnlijke oorzaak der slechte overeenstemming vindt Dr. BORGESIUS in de veranderlijkheid van luchtdruk en temperatuur. Neemt men als uiterste barometerstanden 740 en 780 mm., als temperatuurgrenzen 10° en 20°, dan kunnen hierdoor onderlinge verschillen van meer dan 8 pCt. veroorzaakt worden.

GAUGAIN kwam, wat de ontlading tusschen concentrische cylin-

drische electroden betreft tot de uitkomst, dat alleen de dichtheid op den binnensten cylinder de ontlading bepaalt. Daar volgens latere metingen van BAILLE ook de diameter van den buitensten cilinder van invloed zoude zijn, en de ontlading in dit geval van groot belang is omdat hier gemakkelijk de kracht van het veld op alle plaatsen tusschen de electroden berekend kan worden, heeft Dr. BORGESIUS een aantal waarnemingen met cylindrische electroden en met eene tegenover een cylinder staande vlakke plaat gedaan. Zijne metingen bevestigen het resultaat van GAUGAIN.

Bij deze proeven trok een merkwaardig verschijnsel de aandacht van Dr. BORGESIUS. Wanneer de twee cylinders niet te veel in middellijn verschillen en de binnenste positief geladen wordt, ontstaat daarop zeer gemakkelijk een glimmende ontlading. Zoolang deze nu duurt, blijft de potentiaal van den cylinder constant, hij hangt niet af van de hoeveelheid electriciteit, die toegevoerd wordt. Dr. BORGESIUS heeft hierin dus een zeer gemakkelijk middel ontdekt om lichamen op standvastigen hoogen potentiaal te houden.

In het laatste hoofdstuk worden verschillende verklaringen van den grooten diëlectrischen weerstand van dunne luchtlagen door proeven getoetst. De verklaring door J. J. THOMSON, (Phil. Mag. 1890) gegeven, had den schrijver naar mijne meening bij de behandeling van het verschijnsel nog van dienst kunnen zijn. Wat de hypothese van HEYDWEILLER betreft, dat de oorzaak er van zou liggen in op de oppervlakte der electroden op bepaalde wijze gecondenseerde gaslagen, deze blijkt onhoudbaar, omdat condensatielagen van de hiervoor vereischte grootte nooit gevonden worden en ook door het electriseeren niet ontstaan. Dit laatste werd door Dr. BORGESIUS met den intraferentiaalrefractor aangetoond.

Ten einde te onderzoeken of de aard der stof waaruit de electroden bestaan en de gesteldheid hunner oppervlakken van invloed kunnen zijn, heeft Dr. BORGESIUS proeven gedaan met verschillende metalen in lucht en in paraffine-olie. Wel voeren deze proeven niet tot een bepaald resultaat, maar het is opmerkelijk, dat de aard van het metaal betrekkelijk van weinig, de aard van de oppervlakte-laag betrekkelijk van grooten invloed schijnt. Deze oppervlakte-laag zoude zich doen kunnen gelden in de lineaire betrekking tusschen potentiaal en slagwijdte van twee vlakke electroden gelijk die uit verschillende verklaringen volgt.

De betrekking tusschen potentiaal en slagwijdte is echter geen lineaire, maar eene hyperbolische. Voor de verklaring van die overblijvende afwijking zijn de metingen van Dr. BORGESIUS over de aantrekking van electrometerplaten bij kleine plaatafstanden van be-

lang. Zij werden verricht met het oog op dezelfde hypothese als die van CHRISTAL, nl. dat in de onmiddellijke nabijheid der geladen oppervlakken de lucht zelve geladen wordt of wel, wat voor de genoemde aantrekking op hetzelfde neerkomt, de diëlectrische constante der lucht eene verandering ondergaat. Het bedrag van deze verandering nu vindt Dr. BORGESIUS wel is waar onvoldoende om te verklaren, dat de potentiaal niet recht evenredig is aan de slagwijdte, doch het laat ruimte voor de engere onderstelling, dat de afwijking, die tusschen de lineaire en hyperbolische betrekking bij kleinere slagwijdten overblijft, op de door CHRYSTAL aangegeven wijze moet worden verklaard.

— De Heer BIERENS DE HAAN geeft den aanwezigen gelegenheid, kennis te nemen van den inhoud eener circulaire, waarin geldelijke ondersteuning gevraagd wordt, noodig om aan de overleden, en gedurende hun leven door vriendschap en samenwerking nauw verbonden, geleerden CARL FRIEDRICH GAUSS en WILHELM WEBER, een gedenkteeken op te richten binnen Göttingen, waar beide mannen het grootst gedeelte van hun leven aan den vooruitgang der wetenschap gearbeid hebben.

— Op voorstel des Voorzitters wordt besloten, de December-vergadering, welke ditmaal met den Oudejaarsdag samenvalt, niet op 31 maar op 24 December te doen plaat s hebben.

— De Voorzitter herinnert, dat het oogenblik is aangebroken, waarop eene Commissie benoemd moet worden, aan welke de taak wordt opgedragen, een voorstel te doen omtrent de uitreiking van de gouden Buys Ballot-medaille. Art. 3 der stichtingsoorkonde dezer medaille, voor den notaris gepasseerd den 10en Maart 1888, bepaalt, dat de eerste medaille 5 jaar na de stichting van het Buys Ballotfonds, d. i. dus op 10 Maart 1893, zal moeten worden uitgereikt aan hem, die het meest tot de ontwikkeling der meteorologie zal hebben bijgedragen; dat echter elke volgende medaille eerst 10 jaar later dan de vorige beschikbaar zal worden gesteld. Drie maanden schijnen voldoende om de Commissie ad hoc gelegenheid te geven, haar judicium vast te stellen. Mitsdien wenscht de Voorzitter tot de leden dier Commissie te benoemen: de Heeren J. A. C. OUDEMANS, KAMERLINGH ONNES en KAPTEIJN en hen op te dragen, hun oordeel in de Februari-vergadering der Afdeeling — of vroeger — ter tafel te brengen. De beide laatste Heeren nemen de benoeming

aan. Aan den eerstbenoemde, niet ter vergadering tegenwoordig, zal daarvan kennis worden gegeven.

— De Voorzitter biedt voor de boekerij der Akademie aan zijn „Verslag over den staat der Leidsche Sterrenwacht, over het jaar 1891—92".

— De Vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 24 December 1892.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Tot de ingekomen stukken behooren mededeelingen van de Heeren BEHRENS, FORSTER en PLACE, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen.

De Heeren C. A. J. A. OUDEMANS en SURINGAR, om advies gevraagd over de bestemming, te geven aan de mededeeling van den Heer Dr. J. C. COSTERUS, een overzicht behelzend van de werkzaamheden, door hem van 13 Februari tot 29 Mei 1892 verricht

aan het Botanisch Station te Buitenzorg, stellen voor, die mededeeling te doen opnemen in het Proces-Verbaal der zitting van heden. Aldus wordt besloten.

Botanie. — Verslag omtrent de onderzoekingen, verricht aan het botanisch Station te Buitenzorg, van 13 Februari tot 29 Juni 1892, door Dr. J. C. COSTERUS.

Op voordracht van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeeling Natuurkunde, werd mij door Z. Excellentie den Minister van Binnenlandsche Zaken, bij missive van 6 October 1891, vergund, een bezoek te brengen aan 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, ten einde aldaar eenige botanische onderzoekingen te verrichten. In overeenstemming met één der daaraan verbonden voorwaarden, om binnen drie maanden na mijne terugkomst in Nederland een voorloopig verslag der gedane onderzoekingen aan de genoemde Afdeeling der Koninklijke Akademie aan te bieden, heb ik de eer het volgende onder de aandacht Uwer Vergadering te brengen.

Mijn verblijf op Java duurde van 13 Februari tot 29 Juni 1892. Tot het begin van Juni vertoefde ik te Buitenzorg en werkte ik in den botanischen tuin en in het laboratorium, daartoe opzettelijk voor vreemdelingen ingericht. Aanvankelijk richtte ik mijne aandacht op eenige afwijkingen of monstrositeiten, zoowel van bladeren als van bloeiwijzen en bloemen. Onder laatstgenoemde behoorde een reusachtige Orchidee — Grammatophyllum speciosum Blume, die als epiphyt op verscheidene boomen in den tuin voorkomt en bekend is om hare bovenwaarts gerichte wortels, die te zamen een nest vormen, waarin humus en vochtigheid worden teruggehouden. Van elke plant hangen een groot aantal bloemstelen naar beneden, die een lengte hebben van 2 à 2½ Meter. Elke bloemsteel ondersteunt een 80—100-tal bloemen, die, behalve door hare donkere onregelmatige vlekken, door haar aanzienlijken omvang (de diameter is 10 cM.) de aan de plant gegeven namen volkomen rechtvaardigen. Het eigenaardige dezer Orchidee nu bestaat verder hierin, dat de oudste bloemen van den algemeenen bloemsteel steeds afwijken van den gewonen bouw, door in plaats van het gewone getal 6, het grondtal 4 aan te nemen. Er waren steeds 2 sepala en 2 petala, terwijl het labellum steeds ontbrak; ook het gynostemium bleek merkbaar gereduceerd te zijn. Juist omdat deze abnormiteit normaal voorkomt en de loop der vaatbundels (waaraan in de familie der Orchideeën zooveel gewicht wordt gehecht ter verklaring van hun afwijkenden bouw) allicht tot opmerkelijke resultaten kan voeren, besloot ik de gelegenheid aan te

grijpen om de 4-tallige bloemen aan een microscopisch onderzoek te onderwerpen. Dit onderzoek kan evenwel nog niet worden afgesloten, wijl proeven in het laboratorium een groot deel van den dagtijd in beslag gingen nemen. Eenige jaren geleden had SACHS, door de zoogenaamde Jodiumproef, het zetmeelgehalte bepaald dat groene bladeren, aan het zonlicht blootgesteld, op verschillende tijden van den dag bezitten. Hieruit en uit wegingen van bladeren, die hij 's morgens vroeg en later op den dag afplukte en bij 100° C. droogde, had hij berekend, hoeveel droge stof een vierkante meter bladoppervlakte per uur voortbrengt. Daar echter de afvoer van organisch voedsel ook gedurende de assimilatie plaats heeft, telde hij, bij het gevonden cijfer, voor de productie de hoeveelheid op, die in nachtelijke uren wordt weggevoerd.

Dergelijke proeven waren, voor zoover ik weet, in tropische gewesten nog niet genomen. De geheel andere omstandigheden, waaronder de planten op Java groeien, vergeleken bij gematigde luchtstreken, leverden, naar mij voorkwam, een genoegzamen beweeggrond om ze te ondernemen. Vooreerst toch vordert de krachtige groei een veel grooteren voorraad voedsel; in de tweede plaats moet die veel ruimere stofwisseling gedekt worden in nauwelijks 12 uren, tegen den veel langeren dag, die des zomers onze planten beschijnt. Om tot eenig resultaat te komen, werd daarom allereerst de voedselvoorraad opgenomen, die bij zonsopgang in de bladen van verschillende planten voorhanden is. Deze nu bleek boven verwachting groot te zijn; op enkele uitzonderingen na, vertoonden de bladeren een vrij sterke blauwe verkleuring na toepassing der joodreactie. Deze kleur werd voor alle bladeren in de thans volgende dag-uren veel intensiever, maar volstrekt niet op denzelfden tijd. Terwijl sommige planten reeds om en bij 12 uur haar maximum bereikten, waren er andere, die het pas na dien tijd bleken te verkrijgen of het na 12 uur een langen tijd behielden.

Weegproeven leerden verder kennen, hoeveel organische stof door enkele planten op verschillende uren en bij verschillende weersgesteldheid gevormd werd. Maar de getallen, die hiervoor werden gevonden, zijn niet bijzonder hoog, als men ze vergelijkt met de in Europa verkregene. Ook het nachtelijk verlies bleek, in overeenstemming met de zooeven medegedeelde reacties, aan lage getallen te beantwoorden. Waar dus de dagelijksche overproductie, zooals die zichtbaar kan worden gemaakt door het reagens op amylum en af te leiden is uit directe wegingen, gering is; waar verder de nachtelijke afvoer evenmin een veel beteekenende is, daar komt men tot het besluit, dat de bladeren de aanzienlijke hoeveelheden voedsel, be-

noodigd voor den groei, terstond naar den stengel afzenden, en dat bijgevolg slechts een klein deel van alles wat geassimileerd wordt, tijdelijk in de bladeren als zetmeel wordt vastgelegd.

Tegen een helling van den Gedeh, op een hoogte van 4500 voet, bevindt zich een tweede botanische tuin, die bekend staat a's de bergtuin te Tjibódas en mede onder het beheer staat van het bestuur van den tuin te Buitenzorg. Op deze plek worden een aantal planten gekweekt, die op lagere plaatsen niet willen gedijen. Aan den tuin sluit zich een oorspronkelijk woud aan, ter oppervlakte van 280 hectaren. Derwaarts begaf ik mij in de maand April, in gezelschap van den adjunct-directeur Dr. W. BURCK. Hier had ik ruimschoots gelegenheid om een indruk te verkrijgen van een tropische boschvegetatie, van de tallooze epiphyten, de bekerplanten, de hakende en rankende klimplanten, den weligen groei van de teedere Hymenophyllaceeën, die takken en steenen met een vochtig, bijna doorzichtig, groen kleed overtrekken; van de merkwaardige, onlangs door Haberland ontdekte, blad-organen, die dienen om de overmatige hoeveelheid water uit de bladeren af te scheiden. Het thans voltooide laboratorium biedt een rustige schuilplaats aan om de vondsten voorloopig te beschouwen en, wat voor nader onderzoek gewenscht is, te conserveeren. Een verblijf toch van niet veel meer dan vier maanden laat niet toe om van alles, wat de belangstelling op bijzondere wijze gaande maakt, in loco een gedetailleerde studie te maken. Daarom legde ik hier een verzameling aan van de zooeven genoemde Varen-familie der Hymenophyllaceeën, waarbij op andere botanische tochten nog verscheidene soorten werden gevoegd.

Ook te Buitenzorg teruggekeerd, legde ik verschillende collecties aan, die ik voornemens ben hier nader uit te werken. Als zoodanig vermeld ik de wortelknolletjes van Papilionaceeën, die in den laatsten tijd door de onderzoekingen van BEIJERINCK en anderen de belangstelling hebben verlevendigd; voorts liet ik een aantal zaden van verschillende tropische planten kiemen, met het oogmerk, daaraan biologische inrichtingen te bestudeeren, en kwam ik in het bezit van tropische vruchten en zaden, welker verspreidingsmiddelen vooralsnog onbekend, althans niet beschreven zijn.

Men beseft het groote voorrecht van een bezoek aan Indië schier bij elke schrede in den botanischen tuin, bij het zien van vormen, die men tot nu toe slechts uit gedroogd materiaal of afbeeldingen onvolledig had leeren kennen; bij het bespieden van verschijnselen, die men alleen bij overlevering had vernomen. Geleid door de meening, dat de talrijke nuttige cultuurplanten van Java ook uit een botanisch oogpunt van belang zijn, bracht ik eenige bezoeken aan

den cultuurtuin te Tjikeumeuh, die, ofschoon eveneens behoorende tot 's Lands Plantentuin, onder de bijzondere leiding van Dr. P. VAN ROMBURGH is gesteld.

De Heer VAN ROMBURGH wees mij op die wandelingen op menige belangwekkende eigenaardigheid en versterkte zoodoende mijn wensch om de groote cultures van naderbij te gaan zien. Gelegenheid daartoe vond ik in de Preanger bij Garoet en in Oost-Java bij Blitar en Djombang. Van veel nut waren mij de bezoeken aan de heeren ANTON en WILLEM KESSLER, die met de meeste welwillendheid en zaakkennis mij betreffende kina, koffie en thee veel belangrijks lieten zien. Met erkentelijkheid denk ik ook aan den heer S. MOORMANN, door wiens medewerking ik de vermaarde koffie gronden tusschen Kawi en Kloet leerde kennen en die mij een introductie verschafte aan de suikerfabriek te Djombang.

De laatste dagen van mijn verblijf op Java besteedde ik aan een tocht naar den Bromo bij Pasoeroean; ik wilde mij een enkelen blik gunnen op de in vele opzichten afwijkende flora van het hooggebergte in Oost Java en mij een denkbeeld vormen van de reusachtige zandzee die den eveneens plantloozen rookenden kegel omgeeft.

Hiermede eindigt het korte overzicht mijner werkzaamheden in Nederlandsch Oost-Indië. Met een groot aantal gedroogde planten en een goeden voorraad spiritus-materiaal teruggekeerd, hoop ik gelegenheid te hebben nog langen tijd voordeel te trekken van de diepe indrukken, die de reiziger op Java ontvangt. Dat de vreemdeling, die 's Lands Plantentuin bezoekt, in zoo verschillende richtingen van het uitgestrekte botanisch gebied kan waarnemen en verzamelen, vindt zijne verklaring in de uitnemende organisatie van de grootsche Instelling en in de persoonlijke voorkomendheid en medewerking van elk der ambtenaren. Dr. M. TREUB, Dr. W. BURCK, Dr. P. VAN ROMBURGH, Dr. J. M. JANSE en den tijdelijken hortulanus J. J. SMITH JR., hun allen mijne hulde en mijn dank. Waar ik van hulp en medewerking spreek, daar denk ik ook aan den eenvoudigen, onderdanigen, zachtgestemden inlander, aan zijn scherpe opmerkingsgave, aan zijn groote kennis van planten en vindplaatsen, aan zijn lichamelijke geschiktheid voor het heete klimaat. Dr. TREUB vergunde mij, een der inlandsche ondergeschikten uit den tuin, Païdan, mede op reis te nemen, en vooral toen leerde ik de groote beteekenis waardeeren van den inlander als werkkracht bij 's Lands Plantentuin.

Het zij mij thans vergund U, leden der Afdeeling Natuurkunde van de Koninklijke Academie van Wetenschappen, mijn dank te betuigen voor het voorrecht mij geschonken, door mij het subsidie van het Buitenzorg-fonds voor 1892 toe te staan en mij aan Zijne

Excellentie den Minister van Binnenlandsche Zaken voor uitzending naar Indië aan te bevelen.

Sterrenkunde. — De Heeren KAPTEYN en J. A. C. OUDEMANS, om advies gevraagd over de bestemming, te geven aan twee fotografieën van de maan, aan de Afdeeling ten geschenke gegeven door den Heer HOLDEN, Directeur van het Lick-Observatory in Californië, stellen voor, die af te staan aan de Sterrenwacht te Leiden, omdat die inrichting de eenige is, waar zij uitgemeten kunnen worden en te zijner tijd eenig nut voor de wetenschap kunnen opleveren. Aldus wordt besloten.

Scheikunde. — De Heer HOOGEWERFF houdt, ook uit naam van den Heer VAN DORP, de volgende voordrachten: 1°. *Over de vorming van amidozuren uit de anhydriden van tweebasische zuren*; 2°. „*Over de isoimiden van het kamferzuur*". — (Te laat ontvangen voor dit Zittings-Verslag. Zullen in het volgende Proces-Verbaal worden opgenomen).

Sterrenkunde. — De Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN doet de volgende mededeeling „*aangaande een onderzoek*, door den Heer J. H. WILTERDINK volbracht, *omtrent de verandering der poolshoogte van Leiden.*"

Het vorig jaar heb ik aan de Akademie eene mededeeling gedaan omtrent de periodieke verandering der poolshoogte van Greenwich, afgeleid uit de hoogtemetingen van Polaris gedurende de jaren 1851—1882. Hierbij was aangenomen, dat deze verandering bestond uit twee deelen, het eene met eene periode van 304 dagen, het andere met eene periode van een jaar. De eerste periode is die, waarin de draaiings-as zich om de as van het grootste traagheidsmoment moet bewegen, indien de vorm van de aarde en de verdeeling van hare massa onveranderd blijft; de tweede periode is die, waarin door mogelijke meteorologische invloeden de as van het grootste traagheidsmoment ten opzichte van vaste punten op het aardoppervlak kan verplaatst worden. De slotsom van dit onderzoek was, dat volgens de waarnemingen van Polaris te Greenwich van 1851—1882 van het eerste deel der breedteverandering niets was te bespeuren, doch dat mogelijk eene kleine jaarlijksche verandering bestaat.

Op het eind van het voorgaande jaar trad het vraagstuk aangaande de poolshoogteverandering in eene nieuwe phase, toen CHANDLER uit de waarnemingen, tusschen 1863 en 1867 op de sterrenwacht te Pulkowa door GYLDÉN en NYRÉN volbracht, afleidde, dat de poolshoogteverandering niet de zoogenaamde Eulersche periode van 304

dagen, maar eene veel langere van ongeveer 427 dagen volgde. Het theoretische bezwaar tegen den langen duur dezer periode werd opgeheven door eene mededeeling in de Astron. Nachrichten van NEWCOMB, die deed zien dat, zoo de aarde niet volkomen onvervormbaar is, eene verplaatsing van de omwentelings-as eene vervorming van de aarde en daarmede eene verplaatsing van de traagheids-as moet tengevolge hebben, waardoor noodzakelijk de periode der poolshoogteverandering vergroot wordt. Eene vergrooting tot het door CHANDLER gevonden bedrag is zeer goed overeen te brengen met eene vastheid van de aarde grooter dan die van staal, zooals zij door THOMSON uit de verschijnsels van eb en vloed was afgeleid.

Van een theoretisch en praktisch standpunt is het nu van groot belang den juisten duur dier periode en de amplitude der beweging te bepalen; de uitkomsten toch, welke CHANDLER uit de discussie van een zeer groot aantal waarnemingsreeksen heeft afgeleid, verdienen weinig vertrouwen. Ik heb dus den Heer J. H. WILTENDINK verzocht de Leidsche hoogtemetingen der fundamentaalsterren van 1864 tot 1868 en van Polaris van 1864 tot 1874, die in den 6[en] Band der Annalen gepubliceerd zijn, aan een grondig onderzoek te onderwerpen, en het zijn de door hem verkregen uitkomsten, welke ik thans mededeel.

A. *Waarnemingen der fundamentaalsterren.*

De zenithsafstanden van deze sterren zijn bijna alle bepaald in twee verschillende standen van den meridiaancirkel, arm West en arm Oost, en afgelezen op beide cirkels; voor bijna elke ster heeft men dus vier afzonderlijke waarnemingsreeksen, die niet onmiddellijk vergelijkbaar zijn, daar de constante verschillen welke er tusschen bestaan niet juist bekend zijn. Voor elk dier reeksen, 434 in aantal en 7341 waarnemingen bevattende, is nu de gemiddelde zenithsafstand gevormd en de afwijking van iedere waarneming met die gemiddelden opgemaakt. Men verkrijgt dus 7341 verschillen, die functies zijn van de toevallige waarnemingsfouten en van de verandering der poolshoogte; voorloopig werd aangenomen dat deze poolshoogteverandering kon worden voorgesteld door

$$\Delta\,\varphi = r\,Cos\,(t - t_0)\,\frac{2\,\pi}{n},$$

waarin n de duur der periode, t_0 het oogenblik van de grootste uitwijking, t het tijdstip van de waarneming voorstelt. Eene oplossing van de 7341 vergelijkingen met de 3 onbekenden r, t_0 en n volgens de methode der kleinste vierkanten was ondoenlijk, daarom werden met eene aangenomene waarde van n de waarnemingen gerangschikt

volgens de opklimmende waarden van $(t-t_0)\frac{2\pi}{n}$, en daarna verdeeld n 8 groepen van ongeveer gelijke grootte. Uit de 8 gemiddelden van deze groepen werden dan r en t_0 bepaald. Door deze bewerking te herhalen met verschillende waarden van n, kan men beoordeelen, welke duur van de periode het best aan de uitkomsten der waarnemingen voldoet. Men verkreeg aldus:

voor $n = 427$ dagen;
$r = +0'',157 \pm 0'',0127$, $t_0 = 2403396 \pm 5$ dagen;
voor $n = 441$ dagen:
$r = +0'',152 \pm 0'',0176$ $t_0 = 2403405 \pm 8$ dagen;
t_0 is de datum volgens de Juliaansche periode.

Eene poolshoogteverandering in eene periode ongeveer gelijk aan die, welke door CHANDLER was aangegeven, wordt dus ten duidelijkste door de waarnemingen verraden; er blijkt tevens uit dat een periodeduur van 427 dagen beter dan een van 441 dagen aan de waarnemingen voldoet. Dergelijke berekeningen voor andere waarden van n zijn, daar zij zeer tijdroovend zijn, voorloopig achterwege gebleven; de berekening der hoogtemetingen van Polaris kan langs korteren weg de periodeduur met juistheid doen kennen.

B. *Hoogtemetingen van* Polaris.

Daar bij de hoogtemetingen van Polaris bijna altijd beide cirkels zijn afgelezen, zijn de gemiddelden van beide aflezingen aan de verdere berekeningen ten grondslag gelegd. Het totaal aantal hoogtemetingen bedroeg, na uitsluiting van eenige die abnormale afwijkingen vertoonden, 337, aldus over de beide culminaties en de beide standen van het instrument verdeeld:

Bovenste	culminatie	arm Oost	79
„	„	arm West	88
Onderste	culminatie	arm Oost	78
„	„	arm West	92.

Voor al deze waarnemingen werden de afwijkingen van het gemiddeldé van elke groep gevormd, en uit deze 337 waarden, evenals bij de fundamentaalsterren in de onderstelling van verschillende periodelengten, de amplitude r en de epoche t_0 berekend. De uitkomsten waren:

Periode 420 dagen	$r = +0'',120 \pm 0'',0127$	$t_0 = 2403386 \pm 7.2$	dagen
„ 427 „	$+0'',145 \pm 0'',0125$	2403391 ± 5.8	„
„ 434 „	$+0'',167 \pm 0'',0129$	$2403390 \pm 5\ 2$	„
„ 441 „	$+0'',176 \pm 0'',0130$	2403393 ± 5.3	„
„ 448	$+0'',172 \pm 0'',0126$	2403403 ± 5.8	„

Uit deze uitkomsten volgt, dat eene periode van 427 dagen te klein is, en dat eene van 441 dagen het best aan de uitkomsten der hoogtemetingen van Polaris voldoet. Het verschil tusschen de waarschijnlijkheid van deze periodeduur en die van 434 en 448 dagen is echter uiterst klein. Vereenigt men deze uitkomst met die, welke uit de fundamentaalsterren is afgeleid, dan verkrijgt men als einduitkomst voor de voornaamste periodieke verandering van de poolshoogte:

$$\Delta \varphi = 0'',167 \, Cos \, (t - 2403390) \, \frac{2\pi}{434}.$$

Het was nu noodig te onderzoeken, of er behalve deze nog andere systematische veranderingen in de zenithsafstanden van Polaris waren te bespeuren, en wel in de eerste plaats veranderingen, die eene periode van een jaar volgen. Vóór men hiertoe kon overgaan, moest men echter de waarnemingen bevrijden van den invloed van bekende systematische fouten, die eveneens eene jaarlijksche periode bezitten, onder welke in de voornaamste plaats moet gerekend worden de fout door de straalbreking in de waarnemingszaal bij ongelijke temperaturen binnen en buiten. Volgens mijne onderzoekingen bedroeg die straalbreking te Greenwich voor Polaris 0'',09 bij een temperatuursverschil van 1° Fahrenheit, en ook te Leiden hadden wij reeds vroeger de aanwezigheid van die fout kunnen aantoonen. Uit eene discussie der waarnemingen door den Heer WILTERDINK bleek thans, dat een temperatuursverschil van 1° C. binnen en buiten de waarnemingszaal eene straalbreking van 0'',0392 te weeg bracht, dus minder dan te Greenwich, maar toch te veel om haar te mogen verwaarloozen.

Na het aanbrengen van deze correctie vertoonden de hoogtemetingen van Polaris in onderste en bovenste culminatie eene kleine jaarlijksche verandering, die kan verklaard worden door eene jaarlijksche periodieke verandering in de breedte en eene dergelijke verandering in de declinatie. De amplitude r en de epoche t_0 van deze veranderingen zijn dan:
voor de verandering in breedte:

$$r_{\prime} = + 0'',070 \pm 0'',0123, \quad t_0 = 25 \text{ Juli} \pm 14 \text{ dagen},$$

voor de verandering in declinatie:

$$r_{\prime\prime} = + 0'',043 \pm 0'',018, \quad t_0 = 7 \text{ October} \pm 15 \text{ dagen}.$$

Deze laatste verandering in declinatie zou heenwijzen op eene

parallaxe, met welke onderstelling de waarde van t_0 zeer goed overeenstemt.

Nemen we echter voor de parallaxe niet deze waarde aan maar 0",07, die het best aan de verschillende parallaxe-bepalingen voldoet, dan verkrijgt men voor de jaarlijksche periodieke verandering der breedte:

uit de bovenste colminatie $r_, = + 0'',088$, $t_0 = 20$ Juli,

uit de onderste colminatie $r_, = + 0'', 067$, $t_0 = 17$ Juli,

of gemiddeld:

$$r_, = + 0'',077, \quad t_0 = 18 \text{ Juli}.$$

Het is nog onzeker of deze verandering werkelijk door eene jaarlijksche verandering van de omwentelingsas van de aarde is te verklaren, dan wel of zij voortvloeit uit systematische fouten, b.v. uit fouten in de thermometeraflezingen, welke bij de berekening van de straalbreking gebruikt zijn.

Sterrenkunde. — De Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN behandelt in de tweede ptaats *„de vraag of de beweging van het zonnestelsel ten opzichte van de sterren binnen den melkweg dezelfde is als die voor de sterren daarbuiten".*

Ten einde na te gaan of er ook groote verschillen bestaan in de eigenbewegingen der sterren in en buiten de melkweg, heb ik de eigenbeweging van het zonnestelsel afgeleid uit de eigenbewegingen van al de sterren in den Catalogus BRADLEY-AUWERS, welke minder dan 50° verwijderd zijn van de pool van den melkweg. Voor de rechte klimming en declinatie van dat punt werden de waarden van HOUZEAU aangenomen. Bij deze berekening werd de methode gevolgd, die L. STRUVE had gebruikt bij de berekening van de beweging van het zonnestelsel uit al de BRADLEY-sterren.

Voor de rechte klimming A en declinatie D van het punt, waarheen zich het zonnestelsel zou bewegen, worden de volgende waarden verkregen.

Uit de eigenbewegingen in rechte klimming:

$$A = 264^\circ 33'.$$

Uit de eigenbewegingen in declinatie:

$$A = 260^\circ 11' \qquad D = 39^\circ 30'.$$

Neemt men de meest waarschijnlijke waarde van A, zooals die uit al de eigenbewegingen volgt, dan verkrijgt men:

$$A = 263^0 \qquad D = 32^0.$$

L. STRUVE vond uit al de BRADLEY-sterren:

$$A = 273^0{,}3 \qquad D = 27^0{,}3,$$

terwijl hij als gemiddelde waarden uit al de bepalingen van A en D vond:

$$A = 266^0{,}7 \qquad D = 31^0{,}0.$$

Zoover het de sterren betreft tusschen de 1e en de 7e grootte, is er dus geen reden om eenig systematisch verschil in de eigenbewegingen van de sterren in en buiten den melkweg aan te nemen.

Scheikunde. — De Heer BAKHUIS ROOZEBOOM houdt de volgende voordracht *„Over de oplosbaarheidslijnen voor stelsels van twee stoffen"*.

Gelijk bekend is, verandert de oplosbaarheid eener stof bij toevoeging eener tweede tot de oplossing. Stelt men de gehalten der verzadigde oplossingen aan twee stoffen A en B voor door punten in het vlak XOY, dan zal men voor de oplossingen, verzadigd met de stof A, eene lijn verkrijgen, welke aanvangt in het punt *a* op OX, zoodanig gelegen dat Oa het gehalte harer zuivere oplossing voorstelt. Evenzoo zullen de oplossingen, verzadigd met de stof B, voorgesteld kunnen worden door eene lijn *bc*, aanvangende in het punt *b*, hetwelk de samenstelling der zuivere oplossing van B aangeeft. Wanneer de lijnen *ac* en *bc* elkander ontmoeten in een punt *c*, stelt dit de samenstelling der oplossing voor, welke met A en B beide verzadigd is.

Voor het geval A en B zich ook in vasten toestand verbinden bij de temperatuur der proefneming, zullen daarentegen drie lijnen bestaan: *bd* en *ac* voor de oplossingen, verzadigd met B of met A, *dc* daarentegen voor de oplossingen, verzadigd ten opzichte der vaste verbinding.

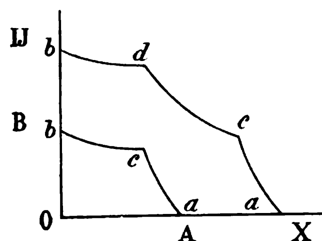


Fig 1.

De richtingen dier lijnen, zooals zij in de figuur zijn aangegeven, veronderstellen dat het gehalte der oplossing aan de eene stof vermindert, naarmate het gehalte aan de tweede stof toeneemt. Zoodanig geval, hoewel veelvuldig voorkomend, en het eerst verklaard door de ionentheorie, is echter

niet het eenig mogelijke. Voornamelijk door de onderzoekingen van ENGEL, zijn namelijk nog twee andere gevallen bekend geworden: de oplosbaarheid van de stof A bijv. neemt door toevoeging van B eerst af gedurende eenigen tijd, om daarna weer toe te nemen, of wel zij neemt van den aanvang af toe.

ENGEL was van meening dat die toename zich slechts dan vertoont, wanneer de stoffen A en B zich in vasten toestand verbinden. Een onderzoek, in den jongsten tijd door mij in gemeenschap met den heer SCHREINEMAKERS verricht, heeft thans het algemeene beloop der oplossingskromme over haren geheelen omvang voor het eerst doen kennen.

Nemen wij als oplosmiddel het water, als opgeloste stoffen het ijzerchloriede en het zoutzuur, eerstgenoemde in vasten toestand als het hydraat $Fe_2 Cl_6 . 12 H_2 O$.

Hiervan werd voor korten tijd door mij aangetoond, dat bij alle temperaturen beneden het smeltpunt tweeërlei verzadigde oplossingen bestaan: eene met meer en eene met minder water dan het hydraat zelf.

Worden de sterkten dezer oplossingen voor eene bepaalde temperatuur op de X-as uitgezet, dan heeft men hier dus twee punten *a* en *b* ter weerszijde van het punt *c*, dat de sterkte van het hydraat aan ijzerchloriede aangeeft. Toevoeging van H Cl (uitgezet op de Y-as) zal nu beide oplossingen doen veranderen. Het onderzoek toonde, dat de mogelijke oplossingen, van *a* of *b* uitgaande verkregen, gezamenlijk voorgesteld kunnen worden door ééne doorloopende isotherme van de gedaante *a d b*. De top dier kromme ligt nagenoeg boven het punt *c*.

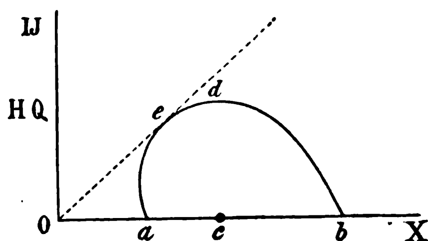


Fig. 2.

De oplossing in *d* bevat dus water en ijzerchloriede in dezelfde verhouding als het vaste hydraat. Het zoutzuurgehalte *cd* heeft dus gediend om het smeltpunt van het zuivere hydraat te verlagen tot de temperatuur der waarneming. Door deze overweging blijkt de aangegevene kromme de noodzakelijke algemeene vorm der oplosbaarheidslijn van een hydraat voor te stellen bij tegenwoordigheid eener tweede opgeloste stof.

Voor temperaturen, dichter naar het smeltpunt van het hydraat, vallen *a* en *b* dichter bij *c*, en zal in het algemeen ook *d* lager liggen. De krommen verkrijgen dus kleineren omvang. In het smeltpunt verdwijnen zij.

Het kan gebeuren, dat gedeelten der kromme *adb* door snijdingen met krommen voor andere vaste stoffen, uit water en de beide opgeloste stoffen of een derzelve gevormd, onbestaanbaar worden.

Treden zoodanige belemmeringen echter niet op, dan moet, blijkens de figuur, de kromme *aed* zich ten slotte steeds naar hoogere gehalten der oplossing aan ijzerchloriede wenden, onverschillig of zij van *a* uit oorspronkelijk al of niet in tegengestelde richting liep.

Het bestaan van eene vaste verbinding tusschen de beide opgeloste stoffen is dus niet, gelijk ENGEL meende, de noodzakelijke voorwaarde voor zulk een gedrag.

Het eigenaardig verloop der kromme *adb* heeft ten gevolge, da uit O eene raaklijn Oe daaraan kan getrokken worden. De oplossingen, voorgesteld door de deelen *ae* en *ed*, vertoonen nu een onderscheiden gedrag bij verdunning met water. Laatstgenoemde oplossingen zetten dan ijzerchloriedhydraat af [1]), eerstgenoemde lossen daarvan op, als het aanwezig was. Dit verschillend gedrag is op eenvoudige wijze uit de figuur af te leiden door graphische constructies, welker nut voor de juiste kennis der beteekenis van de thans besproken oplossingslijnen de Heer SCHREINEMAKERS heeft uiteengezet in eene binnen kort te verschijnen verhandeling.

De juistheid van vermelde gevolgtrekking werd zoowel bij de oplossingen van Fe_2Cl_6, $12\,H_2O$ als van $Sn\,Cl_2\,2\,H_2O$ met $H\,Cl$ getoetst.

Naar analogie met het voorafgaande laat zich nu voorts verwachten, dat de meest algemeene vorm der oplossingslijn eener dubbelverbinding eene geslotene kromme zal zijn, zich uitstrekkende rondom het punt in het vlak XOY, dat de samenstelling dier dubbelverbinding aangeeft. Het experimenteel onderzoek is nog niet ver genoeg gevorderd om daaromtrent thans mededeelingen te doen.

Slechts zij opgemerkt, dat ook van deze oplossingslijn sommige gedeelten onbestaanbaar kunnen worden door het optreden van snijdingen met andere oplossingslijnen. Voorts kan het verloop dier kromme, evenals in het bovengenoemde geval, zoodanig zijn, dat uit het punt O eene raaklijn getrokken worden kan. De oplossingen worden dan door het raakpunt weder verdeeld in twee soorten. Die van het eene gedeelte zetten bij verdunning met water dubbelzout

---

[1]) De oplossingen, voorgesteld door het gedeelte *db* der kromme, zetten eveneens bij verdunning ijzerchloriedhydraat af. Dit feit is echter minder opmerkelijk, omdat deze oplossingen in hetzelfde geval verkeeren als de zuivere oplossing van het punt *b*, namelijk minder water bevatten dan het hydraat zelf. Met de oplossingen van het gedeelte *ed* is dit niet het geval.

af, de anderen doen daarentegen bij verdunning dubbelzout in oplossing treden.

Tot voor korten tijd waren bij dubbelzouten slechts gedeelten der oplossingslijn bekend geworden, zooals *dc* in fig. 1. De oplossingen, tot zoodanig gedeelte behoorende, verkeeren in het geval, dat zij bij verdunning meer dubbelzout in oplossing doen treden. Het is den Heer SCHREINEMAKERS nu gelukt, bij het door hem bestudeerde dubbelzout PbJ_2, KJ, $2H_2O$ het bestaan van oplossingslijnen aan te toonen, waarvan een gedeelte zoo sterk stijgt in de richting der Y-as, dat de bovenbedoelde raaklijn kan getrokken worden. Er bestaan dus verzadigde oplossingen, die bij verdunning met water dubbelzout afzetten. Bij lagere temperaturen zijn dit zelfs de alleen bestaanbare. Bij hoogere temperaturen treden oplossingen ter weerszij van het raakpunt in het bestaanbare gedeelte op, en heeft men dus het merkwaardig gedrag, dat bij toevoeging van water de dubbelverbinding zich eerst afscheidt om later weer op te lossen, geheel analoog aan wat bij het ijzerchloried in zoutzuurhoudende oplossing gebleken is.

Ten slotte wensch ik op te merken, dat de uitbreiding, welke de oplossingslijnen door ons onderzoek gekregen hebben, doet voorzien, dat zeer dikwijls ook horizontale of vertikale raaklijnen aan de krommen zullen kunnen getrokken worden. De verkregen raakpunten zullen dan de kromme in twee deelen verdeelen, welker oplossingen zich ongelijksoortig gedragen ten opzichte van toevoeging van een of ander der opgeloste bestanddeelen, op dezelfde wijze als dit voor toevoeging van water geschiedde, door de raakpunten met lijnen uit O getrokken.

Zoodanig verschil werd door den Heer SCHREINEMAKERS ook bij het dubbelzout PbJ_2 KJ. $2H_2O$ aangetoond.

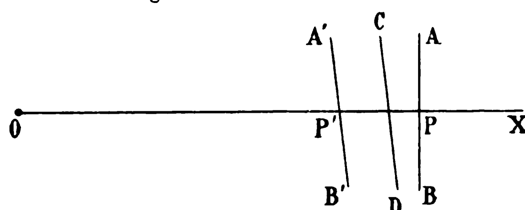
Waterstaat. — De Heer VAN DIESEN vertoont, ter toelichting van het medegedeelde in het verslag der Limnoria Commissie, eenige stukken West-Indisch hout, even boven laagwater genomen van de palen, die den 17en Juli 1865, op verzoek der Commissie voor den Paalworm, geslagen werden aan het Leugenaarshoofd te Vlissingen. Die palen, in 1876 door hem in persoon onderzocht, waren toen nog alle aanwezig, en, op een vijftal na, alle aangetast. Thans zijn enkele der laatsten verdwenen. Van de overgeblevene zijn het Groenhart en het Manbarklak gebleken, na bijna 30 jaar, in zee bestand te zijn gebleven tegen den aanval zoowel van den Teredo als van de Limnoria.

Natuurkunde. De Heer LORENTZ houdt de volgende voordracht over: *De aberratietheorie van* STOKES.

In eene vroegere verhandeling [1]) heb ik er op gewezen, dat het bestaan van een snelheidspotentiaal in den aether, zooals STOKES het aanneemt, niet vereenigbaar is met zijne onderstelling dat de aether met de aarde medegaat. De vraag bleef echter, of in zijne theorie het aannemen van een snelheidspotentiaal volstrekt noodzakelijk is. Dit wensch ik in het volgende aan te toonen.

Zij A B (Fig. 1) een golffront, dat zich in de richting der negatieve x voortplant en aanvankelijk loodrecht op de x-as staat. Na een tijdselement τ hebbe het den stand A′ B′; het is dan 't omhullende oppervlak van bollen (elementaire golven), die den straal $V\tau$ hebben (V voortplantingssnelheid van het licht) en waarvan de middelpunten de plaatsen zijn, waar de eerst in A B liggende aetherdeeltjes zijn gekomen.

Fig. 1.



Wij noemen u, v, w de snelheidscomponenten in den aether en verstaan daaronder in het bijzonder de waarden in het snijpunt P van A B met de x-as.

Voor de eerste component der snelheid in een naburig punt van A B mag men schrijven

$$u + y\frac{\partial u}{\partial y} + z\frac{\partial u}{\partial z};$$

daaruit blijkt dat de eerst in A B liggende deeltjes in een plat vlak C D zijn gekomen; A′ B′ loopt daaraan evenwijdig. De normaal op het nieuwe golffront, naar de zijde der positieve x getrokken, maakt met de y- en de z- as de hoeken

$$\tfrac{1}{2}\pi + \frac{\partial u}{\partial y}\tau \;, \quad \tfrac{1}{2}\pi + \frac{\partial u}{\partial z}\tau.$$

De normaal is dus — in richtingen die men gemakkelijk kan aangeven — om de z- en de y-as gedraaid over de hoeken

[1]) *Verslagen en Mededeelingen*, 3de Reeks, Deel II, p. 297, 1886. *Archives Néerlandaises*, T, XXI, p. 103, 1887.

$$\frac{\partial u}{\partial y}, \text{ en } \frac{\partial u}{\partial z}$$

Wij zullen u, v, w als oneindig klein van de eerste orde beschouwen en grootheden van de tweede orde verwaarloozen.

Als $PP' = dx$ is, mag men dan voor bovenstaande draaiingen schrijven:

$$\frac{1}{V}\frac{\partial u}{\partial y}dx \text{ en } \frac{1}{V}\frac{\partial u}{\partial z}dx$$

en verkrijgt men de totale richtingsverandering der golven bij de voortplanting van oneindig grooten afstand tot O, door deze uitdrukkingen langs de x as te integreeren. Ten slotte maakt dus de normaal van 't golffront met de y- en z-as de hoeken

$$\frac{1}{2}\pi + \frac{1}{V}\int_0^\infty \frac{\partial u}{\partial y}dx \text{ en } \frac{1}{2}\pi + \frac{1}{V}\int_0^\infty \frac{\partial u}{\partial z}dx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

In de hierdoor bepaalde richting zou men de ster meenen te zien, die de golven uitzendt.

Als O een punt van het oppervlak der aarde is, stemt, volgens de theorie van STOKES, de snelheid van den aether in O, die wij (u_0, v_0, w_0) zullen noemen, met de snelheid der aarde overeen. Blijkens de waarnemingen verkrijgt men nu de richting, waarin men de ster meent te zien, als men de snelheid V van het licht, in de richting van den waarnemer af uitgezet, samenstelt met (u_0, v_0, w_0). Die richting maakt dus in het geval van Fig. 1 met de y- en z-as de hoeken

$$\frac{1}{2}\pi - \frac{v_0}{V} \text{ en } \frac{1}{2}\pi - \frac{w_0}{V}.$$

Zal dit met (1) overeenstemmen, dan moet, daar

$$v_0 = -\int_0^\infty \frac{\partial v}{\partial x}dx \text{ en } w_0 = -\int_0^\infty \frac{\partial w}{\partial x}dx$$

is,

$$\int_0^\infty \left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right)dx = 0 \text{ en } \int_0^\infty \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}\right)dx = 0 \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

zijn.

Dergelijke voorwaarden moeten voor elke rechte lijn gelden, die men van een punt van het aardoppervlak tot op oneindigen afstand trekt. Om ons onafhankelijk te maken van eene bijzondere keus der coördinaatassen, noemen wij den vector met de componenten

$$\frac{\partial w}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial z},\ \frac{\partial u}{\partial z}-\frac{\partial w}{\partial x},\ \frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y}$$

de *rotatie* van den vector (u, v, w). Gelijk men weet, is de betrekking tusschen dezen nieuwen vector, dien wij **K** zullen noemen, en de snelheid (u, v, w), onafhankelijk van de keus van het coördinatenstelsel. De gevonden voorwaarde kan nu aldus worden uitgedrukt:

Is ds een element van eene rechte lijn, zooals boven bedoeld werd, en $\mathbf{K}_h$ de component van **K** volgens eene richting h, die loodrecht op de rechte lijn staat, dan moet

$$\int \mathbf{K}_h\, ds = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

zijn, als men de integratie van het oppervlak der aarde tot in het oneindige uitstrekt. De bedoeling is daarbij, dat in alle elementen der integraal *dezelfde* richting h wordt genomen.

Er moet nu bewezen worden dat de voorwaarde (3) vereischt dat overal $\mathbf{K} = 0$ is; immers, dan is er een snelheidspotentiaal.

Wij beschouwen de aarde als zuiver bolvormig, hare beweging als eene gelijkmatige rechtlijnige verschuiving, en kiezen den oorsprong van een rechthoekig coördinatenstelsel in 't middelpunt en de x-as in de richting der beweging. Daar de beweging in den aether symmetrisch moet zijn rondom O X, moeten de lijnen, die de richting van de rotatie **K** aangeven (wervellijnen), cirkels zijn met O X tot as en moet **K**, waarvan de richting beantwoordt aan een rondgang langs zoodanigen cirkel, in alle punten daarvan even groot zijn. Neemt men verder aan, dat bij eene omkeering van de bewegingsrichting der aarde ook alle snelheden in den aether zouden worden omgekeerd, en dat men dezen nieuwen bewegingstoestand ook zou verkrijgen door van den oorspronkelijken het spiegelbeeld te nemen ten opzichte van een vlak, loodrecht op de x-as, dan komt men tot het besluit, dat langs twee wervellijnen, die symmetrisch met betrekking tot het yz-vlak liggen, **K** dezelfde richting en grootte moet hebben.

Bepalen wij ons thans tot een plat vlak Y O C (Fig. 2), door O Y gaande en een zekeren hoek met O X makende. Zij, in dat vlak, A

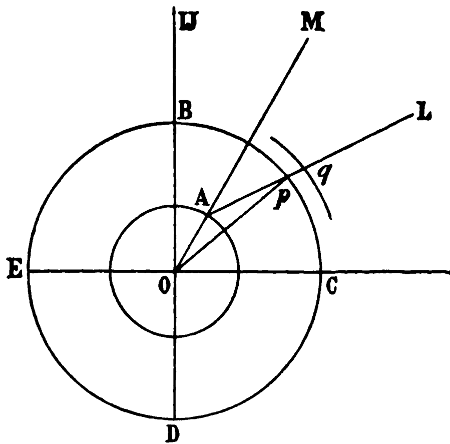


Fig. 2.

een punt van het oppervlak der aarde, A M het verlengde van den straal, A L eene willekeurige tot in 't oneindige loopende lijn, waarop wij de stelling (3) willen toepassen, daarbij de richting h loodrecht op het vlak Y O C kiezende. Zij $\angle$ Y O A $= \varphi$ en $\angle$ M A L $= \beta$.

Beschrijven wij om O als middelpunt twee cirkels met de stralen r en $r + dr$, dan kunnen wij het daartusschen begrepen deel pq van A L voor ds nemen. De formule (3) wordt dus:

$$\int_a^\infty \frac{K_h}{\cos\gamma} dr = 0, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

als men $\angle$ A p O $= \gamma$ stelt, en den straal der aarde a noemt. Elke term der integraal is eene functie van φ, β, r en dr. Wij kunnen, β constant houdende, zulk een term vermenigvuldigen met cos. $\varphi\, d\, \varphi$ en vervolgens integreeren naar φ tusschen 0 en 2 π, naar r tusschen a en ∞. Daar men de volgorde der intregraties mag omkeeren, heeft men

$$\int_a^\infty \frac{dr}{\cos\gamma} \int_0^{2\pi} K_h \cos\varphi\, d\varphi = \int_0^{2\pi} \cos\varphi\, d\varphi \int_a^\infty \frac{K_h}{\cos\gamma} dr,$$

en dus, volgens (4),

$$\int_a^\infty \frac{dr}{\cos\gamma} \int_0^{2\pi} K_h \cos\varphi\, d\varphi = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Als men de in

$$\int_0^{2\pi} K_h \cos\varphi\, d\varphi$$

aangeduide integratie uitvoert, doorloopt het punt p den cirkel B C D E. Stellen wij den hoek A O p, die daarbij constant blijft, door α en

den hoek B O p door ψ voor, dan is $\varphi = \psi - \alpha$ en mag men voor de integraal schrijven

$$\cos\alpha \int_{\alpha}^{2\pi+\alpha} \mathbf{K}_h \cos\psi \, d\psi + \sin\alpha \int_{\alpha}^{2\pi+\alpha} \mathbf{K}_h \sin\psi \, d\psi.$$

Men mag hier de grenzen door 0 en 2π vervangen. Verder volgt, uit hetgeen boven over de verspreiding van den vector **K** gezegd werd,

$$\int_0^{2\pi} \mathbf{K}_h \sin\psi \, d\psi = 0 \text{ en } \int_0^{2\pi} \mathbf{K}_h \cos\psi \, d\psi = 4 \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \mathbf{K}_h \cos\psi \, d\psi.$$

De laatste integraal, die op den kwartcirkel B C betrekking heeft, kan nog slechts eene functie van r zijn. Wij stellen dus:

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \mathbf{K}_h \cos\psi \, d\psi = \vartheta(r)$$

en vinden dan voor (5):

$$\int_a^{\infty} \frac{\cos\alpha}{\cos\gamma} \vartheta(r) \, dr = 0,$$

of, daar $\alpha = \beta - \gamma$ is

$$\cos\beta \int_a^{\infty} \vartheta(r) \, dr + \sin\beta \int_a^{\infty} \frac{\sin\gamma}{\cos\gamma} \vartheta(r) \, dr = 0.$$

De hoek β is n.l. bij al de voorgaande beschouwingen standvastig gehouden. Daar nu de vergelijking ook moet doorgaan als $\beta = 0$ is, moet

$$\int_a^{\infty} \vartheta(r) \, dr = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

zijn en moet men verder, voor elke waarde van β, hebben

$$\int_a^\infty \frac{\sin\gamma}{\cos\gamma}\,\vartheta(r)\,dr = 0.$$

Uit den driehoek O A p volgt echter

$$\sin\gamma = \frac{a}{r}\sin\beta,$$

en dus moet, voor elke waarde van β,

$$\int_a^\infty \frac{1}{r}\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\sin^2\beta\right)^{-\frac{1}{2}}\vartheta(r)\,dr = 0$$

zijn. Dit is alleen mogelijk, als de deelen waarin men 't eerste lid splitst, door

$$\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\sin^2\beta\right)^{-\frac{1}{2}}$$

naar de opklimmende machten van $a^2 \sin^2\beta$ te ontwikkelen, elk afzonderlijk 0 zijn. Men verkrijgt aldus de reeks voorwaarden

$$\int_a^\infty \frac{1}{r}\,\vartheta(r)\,dr = 0,\ \int_a^\infty \frac{1}{r^3}\,\vartheta(r)\,dr = 0,\ \int_a^\infty \frac{1}{r^5}\,\vartheta(r)\,dr = 0,\ \text{enz.},$$

waaruit volgt, dat in het algemeen

$$\int_a^\infty \frac{1}{r}F\left(\frac{1}{r^2}\right)\vartheta(r) = 0 \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (7)$$

moet zijn, als F eene meetbare, ongebroken functie is.

Men kan nu hieruit afleiden dat voor elke waarde van r

$$\vartheta(r) = 0$$

moet zijn. Immers, wanneer dat niet 't geval was zou, blijkens (6), $\vartheta(r)$ in elk geval ééne of meer verwisselingen van teeken moeten vertoonen. Stelt men de waarden van r, waarvoor deze verwisselingen plaats hebben, naar opklimmende grootte gerangschikt, door

$$r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$$

voor, dan zou het product

$$\left(\frac{1}{r^2}-\frac{1}{r_1^2}\right)\left(\frac{1}{r^2}-\frac{1}{r_2^2}\right)\cdots\left(\frac{1}{r^2}-\frac{1}{r_n^2}\right) \quad . \quad . \quad . \qquad (8)$$

tegelijk met $\vartheta(r)$ van teeken veranderen. De functie

$$\frac{1}{r}\left(\frac{1}{r^2}-\frac{1}{r_1^2}\right)\left(\frac{1}{r^2}-\frac{1}{r_2^2}\right)\cdots\left(\frac{1}{r^2}-\frac{1}{r_n^2}\right)\vartheta(r)$$

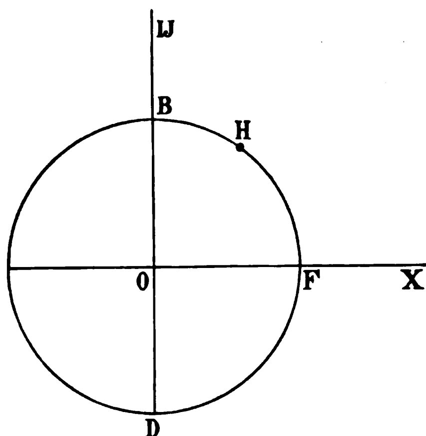
zou steeds hetzelfde teeken hebben en dus bij integratie naar r tusschen a en ∞ niet 0 geven. Maar dit is in strijd met (7), daar men voor de functie F het product (8) mag nemen.

Het blijkt dus, dat, hoe men ook den straal O B in Fig. 2 kieze, de integraal

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \mathbf{K}_h \cos\psi\, d\psi$$

over den kwart cirkel B C genomen, moet verdwijnen. Derhalve kan $\mathbf{K}_h$ niet in alle punten van dien kwart cirkel hetzelfde teeken hebben.

Fig. 3.



Men verbeelde zich nu eindelijk den bol, die O tot middelpunt en O B tot straal heeft, en den cirkel B F D (Fig. 3), volgens welken hij door het vlak X O Y gesneden wordt. Was niet, in alle punten van B F, $\mathbf{K} = 0$, dan kon een punt H zoo gekozen worden, dat tusschen B en H de vector $\mathbf{K}$ niet van richting verandert. Koos men dan verder den hoek tusschen het vlak Y O C van Fig 2 en 't vlak Y O X, zoo groot dat de cirkel B C D van Fig. 2 den kleinen cirkel op den bol, die O X tot as heeft en door H (Fig. 3) gaat, niet snijdt, dan zou in Fig. 2 $\mathbf{K}_h$ in alle punten van B C hetzelfde teeken hebben, hetgeen, zooals wij zagen, onmogelijk is. Derhalve is in alle punten van den cirkel B F D (Fig. 3) en — daar de straal O B willekeurig is — ook in alle punten der ruimte, $\mathbf{K} = 0$.

— De Heer BEIJERINCK biedt eene verhandeling aan, getiteld: „Ueber die Butylalcoholgährung", en de Heer ZAAYER eveneens eene verhandeling: „Der Sulcus praeauricularis ossis ilii".

— De Heer BIERENS DE HAAN biedt een afdruk aan van het door hem gestelde Levensbericht van wijlen het lid der Akademie F. J. VAN DEN BERG.

— De Vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 28 Januari 1893.



Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1º. een brief van dankzegging van den Hoogleeraar JACOB MOLESCHOTT te Rome (26 December 1892) voor den gelukwensch, hem bij gelegenheid van de herdenking van zijn 70en geboortedag door de Afdeeling aangeboden;

2º. eene circulaire, waarin de Naturforschende Gesellschaft te Danzig haar dank uitspreekt voor de belangstelling, bij gelegenheid van de viering van den 150sten gedenkdag harer stichting, van de Afdeeling ondervonden;

3°. een „Programm für den neunten Bressáschen Preis" ter waarde van 10416 Lire, der Afdeeling toegezonden door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Turijn;

4°. een brief van den Heer VAN MEERTEN, Hoofdingenieur van Scheepsbouw te Soerabaja (12 December 1892), waarin de Afdeeling verzocht wordt, inlichting te verstrekken omtrent een drietal vragen, betrekking hebbende op mededeelingen van het lid der Akademie, den Hoogleeraar Dr. J. BOSSCHA, indertijd aan de Afdeeling gedaan, over fouten door hem ontdekt in REGNAULT's „proeven omtrent de leer der warmte".

De Secretaris deelt mede, dat de Heer BOSSCHA zich bereid heeft verklaard, de vragen te beantwoorden, indien de Afdeeling zulks mocht verlangen. De Voorzitter stelt voor, dit aanbod onder dankzegging te aanvaarden. Aldus wordt besloten.

Natuurkunde. — De Heeren LORENTZ en KAMERLINGH ONNES brengen verslag uit over een brief van den Heer K. F. TEN SIETHOFF te Arnhem, in September 1892 aan de Afdeeling gericht en handelend „*Over een middel om de werking der wrijvingselectriciteit op hoogst eenvoudige wijze zichtbaar te maken*". Het verslag luidt als volgt:

In September van het vorige jaar deelde de Heer K. F. TEN SIETHOFF aan de Afdeeling mede „dat hij een middel had gevonden om de werking der wrijvingselectriciteit op hoogst eenvoudige wijze zichtbaar te maken", hierin bestaande, dat positieve en negatieve ladingen door bestuiving met poeders van elkander onderscheiden worden. Hij wenschte eene beschrijving zijner proeven aan de Akademie aan te bieden en — zooals bij de gevoerde briefwisseling bleek — ook een oordeel daarover te vernemen. Vandaar het rapport, dat wij thans de eer hebben uit te brengen.

Het is sedert lang bekend dat, indien het oppervlak van een slechten geleider plaatselijk geladen is, dit door eene bestuiving met een fijn poeder kan worden aangetoond en dat veelal uit de gedaante der verkregen figuur kan worden afgeleid, of men met eene positieve of negatieve lading te doen heeft. De figuren van LICHTENBERG behooren tot deze verschijnselen, waarmede RIESS zich in zijne „Reibungselectricität" uitvoerig heeft bezig gehouden en die ook daarna stof hebben geleverd tot menig onderzoek.

De Heer TEN SIETHOFF heeft veel tijd en moeite aan dergelijke bestuivingsfiguren gewijd, die hij evenwel op eene andere wijze dan LICHTENBERG heeft voortgebracht. Zijne wijze van handelen komt

in het algemeen hierop neer, dat het te onderzoeken lichaam, b. v. een blad papier, met een of ander wrijfmiddel wordt geëlectriseerd, terwijl het op eene onderlaag (taf, metaal) ligt, waaraan het aldus wordt vastgewreven; daarna wordt het voorwerp van de onderlaag afgetrokken en met een poeder, gewoonlijk polijstrood, bestrooid. De verkregen figuren vertoonen twee typische vormen, en wij zijn het met den proefnemer eens, dat deze, althans wanneer zij goed ontwikkeld zijn, aanwijzen of het papier op de beschouwde plek, op het oogenblik der bestrooiïng, eene positieve of negatieve lading had.

De Heer TEN SIETHOFF onthoudt zich van eene nadere verklaring van het ontstaan der figuren en tracht deze ook niet met die van LICHTENBERG in verband te brengen. Toch hebben wij den indruk ontvangen, dat men hier met verschijnselen te doen heeft, nauw verwant aan de vroeger waargenomene. De figuren geven een beeld van de ongelijkmatige verdeeling der electrische ladingen over het papieroppervlak: eene verdeeling, zooals die licht zal ontstaan door ongelijk wrijven, doordien het papier of de onderlaag niet op alle plaatsen hetzelfde geleidingsvermogen heeft, misschien ook door het overspringen van vonkjes. Wilde men eene verklaring in bijzonderheden beproeven, dan zou men zelf de proeven moeten nemen, of althans eene nauwkeurige opgave van verschillende bijzonderheden voor zich moeten hebben. En zelfs dan zou het ingewikkelde karakter der verschijnselen veel bezwaar opleveren.

Had de Heer TEN SIETHOFF er naar gestreefd, de verschijnselen tot hun eenvoudigsten vorm terug te brengen, en had hij, na eene bestudeering van de litteratuur over het onderwerp, de punten van overeenkomst en verschil met hetgeen reeds bekend was aangewezen, dan had kunnen blijken, of zijne proeven eenig nieuw verschijnsel aan den dag brengen, of nieuwe gezichtspunten openen. Thans kunnen wij slechts in enkele daarvan leerzame demonstratiën van bekende feiten zien.

Dat, uit een wetenschappelijk oogpunt beschouwd, de verkregen uitkomsten niet meer beantwoorden aan het groote geduld, waarmede de op vele wijzen gevariëerde proeven werden genomen, mag zeker voor een deel hieraan worden toegeschreven, dat over zoo weinig hulpmiddelen beschikt kon worden. De Heer TEN SIETHOFF bezat zelfs geen electroscoop, en had hij zich van een magneet of electromagneet bediend, dan had hij den vermeenden invloed van het aardmagnetisme nader op de proef kunnen stellen. Ongetwijfeld zou ook het gebruik van VILLARSY's mengsel van zwavel en menie hem het ontwarren der verschijnselen gemakkelijker hebben gemaakt.

Wij gelooven hiermede onze taak volbracht te hebben; in nadere bijzonderheden te treden ligt, naar wij meenen, niet op onzen weg

als leden der Akademie. Wij stellen U voor, den Heer TEN SIETHOFF van dit rapport in kennis te stellen, de beschrijving der proeven met de bijlagen nog gedurende eenigen tijd voor de leden der Afdeeling ter visie te laten liggen, en die daarna onder dankbetuiging terug te zenden.

H. A. LORENTZ.
H. KAMERLINGH ONNES.

Aldus wordt besloten.

Aardkunde. — De Geologische Commissie brengt, bij monde van den Heer VAN BEMMELEN, verslag uit over de werkzaamheden, in 1892 door haar en hare medehelpers verricht, en legt daarbij over de Rekening en Verantwoording der gelden, haar over het afgeloopen jaar tot het volbrengen van de haar opgedragen taak toegestaan. Zij stelt voor, de Heeren Dr. J. LORIÉ, Dr. H. VAN CAPPELLE en Dr. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK den dank der Afdeeling voor hunne belanglooze medewerking aan te bieden, voorts om den Minister van Binnenlandsche Zaken voor het jaar 1894 opnieuw eene toelage van *f* 1000.— te verzoeken, even groot dus als die, welke voor het jaar 1893 werd aangevraagd. Het verslag luidt als volgt:

Ook in dit jaar hebben wij de medewerking ingeroepen en verkregen van de Heeren Dr. J. LORIÉ te Utrecht, Dr. H. VAN CAPPELLE te Sneek, en Dr. J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK te Leiden (thans te Deventer), om opengekomene insnijdingen of uitgravingen van den bodem, of monsters van verrichte putboringen te onderzoeken, en bovendien het meer algemeene onderzoek van den bodem, zooals dit op verscheidene punten reeds vroeger had plaats gehad, voort te zetten of uit te breiden. Wij hebben daartoe in April l. l. eene vergadering met bovengenoemde Heeren gehouden ten einde het plan der werkzaamheden in gemeenschappelijk overleg op te maken, voor zoover toen bekend was welke onderzoekingen wenschelijk waren.

Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF, die deze vergadering heeft bijgewoond, werd echter door andere werkzaamheden verhinderd zijne medewerking te verleenen.

Den 17^{en} Februari vernamen wij van Dr. VAN CAPPELLE, dat te Oosterlittens in Friesland eene putboring in gang was. Hij is daarheen gegaan en heeft een tal monsters verkregen en onderzocht. Zijne uitkomsten hebben wij U medegedeeld; deze zijn gedrukt als Mededeeling n^{0}. 6 in de Verslagen en Mededeelingen. Van den Heer Hoofd-ingenieur DEKING DURA te Zwolle ontvingen wij in Maart monsters aarde en eene kaart der grondboringen, in 1883—86 tusschen den IJsel en de Zuiderzee verricht.

Dr. SCHROEDER VAN DER KOLK had het onderzoek daarvan op zich genomen, maar moest dit opgeven, aangezien de monsters bij het vervoer door elkander waren geraakt.

Wij vernamen dat te Bodegraven eene putboring tot 68 Meters diepte op het Marktplein had plaats gehad. Op ons verzoek verkregen wij door bemiddeling van het Gemeentebestuur de daarbij verzamelde monsters. Dr. SCHROEDER VAN DER KOLK heeft deze onderzocht; de uitkomsten hebben wij in Uwe vergadering van 24 September medegedeeld; zij zijn gepubliceerd als Meded. n°. 9 in de Versl. en Meded.

Het onderzoek der terreinen, welke door de werken aan den nieuwen Maasmond zijn blootgelegd, werd door Dr. LORIÉ voortgezet. Zijne uitkomsten zijn in de vergadering van 26 November l. l. aangeboden; evenals van zijn onderzoek der monsters van eenige boringen in Utrecht. Beide stukken worden op 't oogenblik gedrukt en zullen verschijnen in de Verhandelingen als Meded. n°. 10 en 11.

De Heer Ingenieur W. K. DU CROIX zond ons, op ons verzoek, een profiel van de lagen, waargenomen bij de ingraving voor de nieuwe zeesluis te IJmuiden.

Voorts hebben de Heeren VAN CAPPELLE en SCHROEDER VAN DER KOLK hunne meer algemeene onderzoekingen over het Nederlandsch Diluvium in den afgeloopen zomer voortgezet. De Heer VAN CAPPELLE heeft zich een geruimen tijd te Lochem opgehouden, voor het onderzoek van den Lochemmerberg en het omliggende terrein. Een kort overzicht van dit onderzoek is U gegeven in September en gepubliceerd sub n°. 8, terwijl het uitvoerige opstel daarover U heden voor de Verhandelingen der Akademie wordt aangeboden.

Van het door Dr. VAN CAPPELLE in 1891 verrichte en U toenmaals kortelings medegedeelde onderzoek over het Diluvium van West-Drenthe, is eene uitvoerige verhandeling U aangeboden en in de Verh. der Akademie opgenomen (Deel I n°. 2 Tweede Sectie).

De Heer SCHROEDER VAN DER KOLK heeft een onderzoek verricht over eenige kristallijne zwervelingen, in de omstreken van Markelo door hem verzameld. De uitkomsten werden U medegedeeld in de Vergadering van 11 Mei en zijn gedrukt in de Versl. en Meded. (Meded. n°. 7). In den afgeloopen zomer heeft hij zich met het verzamelen en onderzoeken van erratica in het Diluvium van Overijssel beziggehouden, waarvoor hij eenigen tijd in de omstreken van Deventer vertoefde. De uitkomsten zijn U medegedeeld in uwe vergadering van 26 November, en zullen eerstdaags als Meded. n°. 13 gepubliceerd worden.

Door den minder gunstigen toestand zijner gezondheid in de eerste

helft dezes jaars is Dr. LORIÉ tot ons leedwezen verhinderd geweest zijne ons reeds toegezegde verhandeling over zijn onderzoek van het Diluvium en de Hooge veenen in Noord-Brabant en Limburg (waarvan een kort relaas voorkomt in Meded. n°. 5) te voltooien.

Wat betreft de wijze, waarop door ons de toegelegde som van *f* 500 besteed is ter vergoeding van de reis- en verblijfkosten der Heeren medewerkers en van eenige schrijf- en teekenloonen, verwijzen wij U naar de hiernevens gaande rekening en verantwoording.

Wij stellen U voor den dank der Akademie te betuigen aan de Heeren, die belangeloos medegewerkt hebben tot het doel dat de Akademie zich in dezen heeft voorgesteld (het verzamelen van gegevens tot uitbreiding onzer geologische kennis van Nederland, en het niet laten verloren gaan van de gelegenheden, die zich daarvoor bij boringen en uitgravingen voordoen) in afwachting dat de uitgave eener nieuwe Geologische kaart van Nederland worde ter hand genomen.

Ook stellen wij U voor aan Z. E. den Heer Minister van Binnenlandsche Zaken voor het jaar 1894 opnieuw eene Toelage voor uwe Commissie aan te vragen, van hetzelfde bedrag als voor 1893 zal toegestaan worden.

K. MARTIN, *Voorzitter.*
TH. H. BEHRENS.
G. VAN DIESEN.
A. D. VAN RIEMSDIJK.
J. M. VAN BEMMELEN, *Secretaris.*

De Voorzitter stelt voor, aan het verlangen der Commissie te voldoen en ook haar dank te zeggen voor hare bemoeiïngen in het afgeloopen jaar. Aldus wordt besloten.

— De Heer VAN BEMMELEN biedt, uit naam der Geologische Commissie, voor de verhandelingen aan een manuscript van den Heer Dr. H. VAN CAPPELLE: „*Der Lochemerberg, ein Durchragunszug im niederländischen Diluvium*".

Scheikunde. — De Heer HOOGEWERFF houdt, ook uit naam van den Heer VAN DORP, de volgende voordrachten: 1°. *Over de vorming van amidozuren uit de anhydriden van tweebasische zuren.* (Zie de verg. van 24 Dec. 1892).

Voor een onderzoek, waarover ik dadelijk de vrijheid nemen zal in eenige bijzonderheden te treden, was het voor ons van belang

te kunnen beschikken over aanzienlijke hoeveelheden amidozuren van de algemeene formule $R<\begin{smallmatrix}C=O\,N\begin{smallmatrix}H\\R_1\end{smallmatrix}\\COOH\end{smallmatrix}$.

Het kwam ons voor dat die het gemakkelijkst uit de anhydriden der tweebasische zuren zouden te bereiden zijn.

Die anhydriden, waaruit door inwerking van water de zuren, door inwerking van alkoholen — als algemeen geldige reactie — de zure esters ontstaan [1]), zijn ook dikwerf aan de inwerking van ammoniak onderworpen.

Doch zeker omdat men de inwerking van water op het anhydride heeft willen ontgaan, vreezende dat daarbij het tweebasische zuur zou worden gevormd, heeft men in den regel droog ammoniakgas laten inwerken op de oplossing der anhydriden in benzol of in chloroform.

Goldschmiedt en zijne medewerkers [2]) verkregen zoo cinchomeronaminezuur $C_5H_3N\begin{smallmatrix}COOH\\CONH_2\end{smallmatrix}$ en papaverinaminezuur $C_{14}H_{12}NO_3<\begin{smallmatrix}COOH\\CONH_2\end{smallmatrix}$, resp. de ammoniumzouten dezer zuren.

Anschütz [3]) bereidde op dezelfde wijze het maleïnaminezuurammonium uit maleïnezuuranhydride.

Als secundair amine bezigde Piutti [4]) aethylaniline en diphenylmine en verkreeg, door verhitting van phtalzuuranhydride met die basen, zouten van het aethylphtalaminezuur en van het diphenylphtalaminezuur.

Een enkel maal werden ook wel waterige oplossingen gebezigd.

---

[1]) Michael, Am. Ch. Journ. I, p. 413.
Goldschmiedt en Strache Monatshefte f. Chem. X, p. 156.
Strache, ibid XI, p. 133.
Goldschmiedt en Schranzhofer, ibid XIII, p. 697.
Haller, C. R. 114, p. 1326.
Ook bij kamferzuuranhydride leidt, gelijk wij vonden, de inwerking van methylalkohol tot den nog niet beschreven zuren ester $C_8H_{14}<\begin{smallmatrix}C\begin{smallmatrix}=O\\-OCH_3\end{smallmatrix}\\COOH\end{smallmatrix}$, mits Na aan den alkohol toegevoegd, dus met eene alkoholische oplossing van natrium-alkoholaat gewerkt worde.

[2]) Goldschmiedt, l.c.
Strache, l.c.

[3]) Anschütz, Lieb. Ann. 259, p. 137.

[4]) Piutti, Lieb. Ann. 227, p. 185.

Zoo door LAURENT [1]) bij zijne bereiding van phtalaminezuur door toevoeging van ammonia bij de oplossing van phtalzuuranhydride in warmen alkohol.

Eveneens door MARIGNAC [2]), die door het oplossen van phtalzuuranhydride in waterig ammoniak een stof verkreeg, door hem naphtalamide genoemd, en die waarschijnlijk onzuiver phtalaminezuurammonium was $C_6H_4{}^{CO\,NH_2}_{COO\,NH_4}$.

GRAEBE en PICTET [3]) stellen het voor alsof bij de oplossing van phtaalzuuranhydride in iets meer dan de aequimoleculaire hoeveelheid methylamine een zuur zout, dus wel van het phtalzuur, zou verkregen zijn.

Ons is nu gebleken dat de inwerking van de anhydriden van tweebasische zuren op waterig ammoniak en op de oplossing der primaire aminen in water eene *algemeene geldige bereidingswijze* is der amidozuren of juister van hunne ammoniak- of amineverbindingen.

Al naar gelang van den aard van het anhydride verschillen de voorwaarden, waaronder de reactie, ten einde gunstig rendement te verkrijgen, moet plaats hebben.

Bij de bereiding van het phtalaminezuur of der gesubstitueerde phtalaminezuren $C_6H_4{}^{CO\,NHR}_{COOH}$ behoeft de ammoniakoplossing of die van het amine, waaraan het phtalzuuranhydride fijn gepoederd wordt toegevoegd, slechts iets meer dan twee moleculen base tegen één molecule anhydride te bevatten. Goede afkoeling bevordert daar in hooge mate het rendement en doet gemakkelijk tot 70 pCt. van de theorie aan phtalaminezuur gewinnen.

Het gehalte der ammoniak- of amineoplossing zij minstens 10 pCt.

Bij de bereiding van kamferaminezuur $C_8H_{14}{}^{CO\,NH_2}_{CO\,OH}$ moet het kamferzuuranhydride onder verwarming in de ammonia worden opgelost en daarna voortdurend ammoniakgas worden ingeleid.

Aan de inwerking moet in het algemeen eenige tijd worden gelaten.

Van de concentratie der oplossing, hare temperatuur en de meerdere of mindere oplosbaarheid, die het ammoniak- of aminezout van het

---

[1]) LAURENT, Jahresbericht 1847—48, p. 589.

[2]) MARIGNAC, Ann. d. Chem. u Pharm, 42, p. 219.

[3]) GRAEBE en PICTET, Lieb. Ann. 247, p. 302.

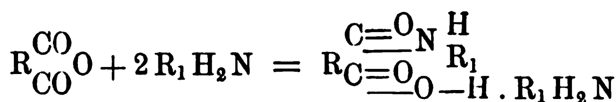
verkregen amidozuur bezit, hangt het af of tijdens de bewerking dat zout zich afzet of in oplossing blijft.

Uit die oplossing wordt met zoutzuur het gevormde zuur in vrijheid gesteld, waarbij verwarming te vermijden is.

Op deze wijze zijn door ons bereid:

Uit barnsteenzuuranhydride :	succinaminezuur.
	succinmethylaminezuur.
	succinbenzylaminezuur.
Uit brandigwijnsteenzuuranhydride :	pyrotartarbenzylaminezuur.
Uit phtalzuuranhydride:	phtalaminezuur.
	phtalmethylaminezuur.
	phtalaethylaminezuur.
	phtalbenzylaminezuur.
Uit hemipinezuuranhydride :	hemipinemethylaminezuur.
Uit chinolinezuuranhydride:	chinolinaminezuur.
Uit kamferzuuranhydride :	kamferaminezuur.
	kamfermethylaminezuur.
	kamferaethylaminezuur.
	kamferisobutylaminezuur.
	kamferbenzylaminezuur.

De omzetting kan algemeen worden uitgedrukt door de vergelijking



Het zij ons nog vergund er op te wijzen dat onze waarnemingen tevens eene bijdrage leveren tot de constitutie van het kamferzuur, die in den laatsten tijd veelvuldig is behandeld, in zoover het kamferzuuranhydride zich hier geheel overeenkomstig met het anhydride van het barnsteenzuur, van het phtaalzuur en van het hemipinezuur, dus als het anhydride van een orthodicarbonzuur gedraagt.

De belangrijke hoeveelheden methyl-, aethyl- en isobutylamine, ook het benzylamine, die voor deze bereidingen noodig waren, zijn ten deele naar de door ons gewijzigde HOFMANN'sche methode [1]) verkregen, dus uit het C rijkere amide door inwerking eener sterk alkalische oplossing van alkalihypobromiet.

In plaats van onderbromigzuurkalium is door ons met vrucht onderchlorigzuurnatrium of chloorkalkoplossing gebezigd.

Het zoutzure methylamine is langs dien weg ook door de Amst. Kininefabriek op grooter schaal bereid.

---

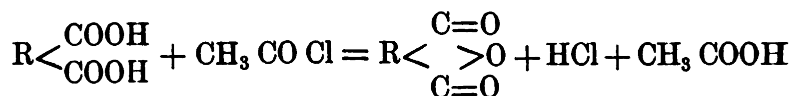
[1]) Recueil d. Trav. Chim. d. Pays-Bas V, p. 252.

2°. *„Over de isoïmiden van het kamferzuur"*.

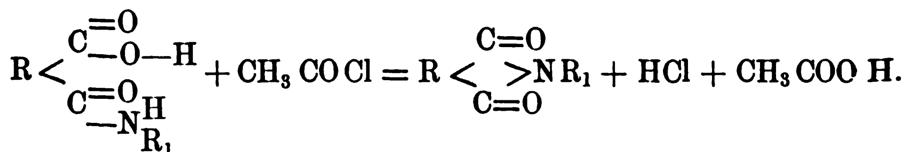
Gelijk zooeven werd opgemerkt, hebben wij ons sedert geruimen tijd ook met het kamferzuur en met eenige derivaten van dat zuur bezig gehouden.

Voor heden wenschen wij slechts mede te deelen, wat door ons werd gevonden bij het doen inwerken van wateronttrekkende middelen op de gesubstitueerde kamferaminezuren en op het kamferaminezuur zelf.

Worden die verbindingen, overeenkomstig de reactie, die ANSCHÜTZ [1]) toepast op de orthodicarbonzuren en die daar tot de vorming van anhydriden leidt:



met $PO\,Cl_3$ of $CH_3\,CO\,Cl$ behandeld, zoo is het ontstaan van imiden te verwachten.



Het imide van het kamferzuur en ook het aethylimide van dat zuur zijn bekend.

Het eerste werd laatstelijk door WINZER [2]) in zuiveren toestand bereid door kamferzuuranhydride met aethylalkoholisch ammoniak op 160° te verhitten; de verbinding smelt bij 248°—249°. Het tweede werd door WALLACH en KAMENSKI [3]) door verhitting van zuur kamferzuur-aethylamine verkregen, of door inwerking van PCl_5 op diezelfde verbinding. (smp. 47—48°).

Het methylimide werd door ons, ter vergelijking met de dadelijk te noemen verbinding, door distillatie van het kamfermethylaminezuur bereid, kristalliseert fraai en smelt bij 40—42°.

Wij vonden nu dat uit kamfermethylaminezuur, kamferaethylaminezuur en kamferbenzylaminezuur door inwerking van $PO\,Cl_3$ chloor-

[1]) ANSCHÜTZ, Ber. d. D. Chem. Gesell. X p. 325, 1881, XIII p. 1539.

[2]) WINZER, Lieb. Ann. 257 p. 298.

[3]) WALLACH & KAMENSKI, ibid. 214 p. 248.

waterstofhoudende verbindingen gevormd worden, die, snel met KOH behandeld, aan aether stoffen afstaan, welke wel de %samenstelling bezitten der imiden, die hier konden worden verwacht en ook hetzelfde moleculairgewicht hebben — voor de beide eerste gegevallen naar de methode van Beckmann en ook naar die van Raoult bepaald — doch met genoemde verbindingen in eigenschappen verschillen.

De verbinding, die uit het kamfermethylaminezuur ontstaat, is het uitvoerigst door ons onderzocht. Wij laten hare beschrijving hier achterwege; reeds door haar smp 134°—136° onderscheidt zij zich van het bovengenoemde methylimide.

Uit het kamferaethylaminezuur wordt op die wijze eene verbinding verkregen, die bij 68° smelt.

Boven het smeltpunt verhit, gaan deze verbindingen in de *gewone* imiden over. In tegenstelling met de gewone imiden, in verdunde zuren gemakkelijk oplosbaar, zetten in die oplossing onze verbindingen zich *snel* om in de aminezuren, waaruit zij zijn ontstaan. Met aminen samengebracht gaan deze isomere imiden snel en gemakkelijk in gesubstitueerde diamiden over, terwijl de gewone gesubstitueerde imiden van het kamferzuur, ten minste voor zoover zij in dit opzicht onderzocht zijn, zeer moeilijk deze omzetting ondergaan.

Het lag voor de hand de inwerking van wateronttrekkende middelen ook op andere gesubstitueerde aminezuren toe te passen.

Het PO Cl_3 bleek daar niet bruikbaar, in zoover de bedoelde verbindingen daarmede *niet* en in vele gevallen *slechts* de *gewone* imiden werden verkregen.

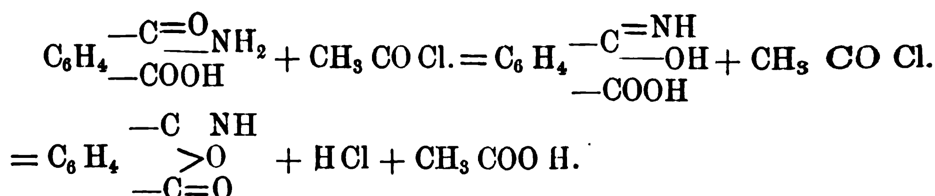
Toepassing van CH_3 CO Cl leidde tot beteren uitslag.

Het phtalmethylaminezuur leverde daarmede een chloorwaterstofhoudend product op, dat althans in zijne *omzettingen* zich geheel analoog aan de genoemde chloorhoudende derivaten der gesubstitueerde kamferaminezuren gedraagt.

Uit phtalaminezuur zelf ontstaat nu door inwerking van CH_3-CO Cl een chloorwaterstofhoudend lichaam, dat met water weder phtalaminezuur en, met ammoniak of kali behandeld, het orthocyanbenzoëzuur oplevert, door ons l.l. winter hier besproken.

Met het oog op die eerste omzetting meenen wij dit orthocyanbenzoëzuur echter niet als het oorspronkelijk product der inwerking van het CH_3 CO Cl te moeten beschouwen, doch de reactie als volgt te moeten opvatten.

Als eerste product ontstaat (als chloorwaterstofzure verbinding) het *isomeer* van het gewone symetrische phtalimide.



Dit onsymetrische imide is zeer onbestendig, gelijk ook uit ons vroeger hier medegedeeld onderzoek bleek, en zet zich, zoodra het door NH_3 of KOH uit zijne zoutzure verbinding in vrijheid wordt gesteld, in orthocyanbenzoëzuur om.

Bij het phtalmethylaminezuur onstaat door de inwerking van $CH_3\,CO\,Cl$ het overeenkomstige phtalisomethylimide.

Bij de *gesubstitueerde* kamferaminezuren eindelijk bezitten die lang gezochte en hier voor het eerst geisoleerde isoïmiden eene vrij groote bestendigheid en zijn dus te gewinnen. De omzettingen, die zij ondergaan, zijn zooeven genoemd en steunen onze opvatting aangaande hunne constitutie.

Bij het kamferaminezuur zelf kon, althans na inwerking van $PO\,Cl_3$, geene verbinding van dien aard in voor nader onderzoek voldoende hoeveelheid worden geïsoleerd. Bij inwerking van $CH_3\,CO\,Cl$ daarentegen werd een Cl houdend product gewonnen, dat door ammoniak in het ammoniumzout van een zuur wordt omgezet, van het kamferaminezuur in eigenschappen verschillend en waarvan de samenstelling door de formule $C_{10}H_{15}NO_2$ wordt uitgedrukt.

Men zou het als een $C_8H_{14}{<}^{CN}_{COOH}$, dus als een analogon van orthocyanbenzoëzuur, als een *cyanlauronzuur* [1]) kunnen opvatten.

In hoever die opvatting juist is, moet verder onderzoek leeren. De verbinding smelt zonder ontleding en is ook tegen verzeepende invloeden veel bestendiger dan het orthocyanbenzoëzuur.

Het is ons ten slotte een aangename plicht de krachtdadige ondersteuning te vermelden van den Heer VAN BREUKELEVEEN, die een groot gedeelte van dezen arbeid volvoerde, en ook de hulp, die wij daarbij van de Heeren J. ARENDSEN DE WOLFF en H. BAUCKE mochten ondervinden.

— De Heer MULDER biedt een manuscript aan *„Over eene ketonverbinding, afgeleid van wijnsteenzuur"*, ter opneming in de Verhandelingen.

---

[1]) WORINGER, Lieb. Ann. 227 p. 6 noemt Lauronolzuur een $C_8H_{13}\,COOH$.

— De Heer VAN BEMMELEN houdt de volgende voordracht „*Over het colloïdale en het kristallijne hydraat van het koperoxyd*".

SPRING en LUCION hebben onlangs [1]) eenige belangwekkende proefnemingen bekend gemaakt over de ontwatering van het blauwe geleïige koperoxyde (dat door een alkali uit eene oplossing van kopersulfaat wordt neergeslagen) onder den invloed van verdunde zoutoplossingen.

Zij maken daarbij geen onderscheid tusschen colloïdaal en kristallijn hydraat, of liever zij schijnen minder waarde daaraan toegekend te hebben, dat zij hier met eene colloïdale stof te doen hadden, welks watergehalte voor een groot deel eene andere beteekenis heeft dan die van hydraatwater.

SPRING en LUCION vinden voor de samenstelling der stof, als zij zeer snel van de moederloog bevrijd en dan zwavelzuur-droog gemaakt is, de samenstelling $CuO.H_2O$, maar meenen uit de snelheid van de dehydratatie (die onder invloed van zoutoplossingen plaats heeft bij 30° en 45°) te mogen afleiden, dat de stof, zooals zij versch uit de oplossing is afgescheiden, $CuO.2H_2O$ moet wezen, en dus als eene *gewone scheikundige verbinding* van CuO met $2H_2O$ zou te beschouwen zijn. Door staan onder water zou zij vrij spoedig in $CuO.H_2O$ overgaan en bestendiger worden.

Het is naar mijn inzien te verwachten, dat het versch neergeslagen colloïd van CuO of van $CuO.H_2O$ eene groote hoeveelheid water absorbtief bindt op de wijze als ik zulks bijv. van het kiezelzuur [1]) heb aangetoond, zoodat dit water niet als hydraatwater mag beschouwd worden; en voorts dat het eene geleidelijke reeks van inwendige wijzigingen bij het staan, en bij het indrogen ondergaat.

Ook moet dit colloïd zich anders gedragen dan het kristallijne $CuO.H_2O$, dat als een waar hydraat zou optreden.

Het is sinds lang van verscheidene colloïdale stoffen bekend, dat zij door lang staan onder water wijzigingen ondergaan en allengs waterarmer worden, of ook wel dat zij den colloïdalen toestand verliezen en in chemische hydraten overgaan. Van het versch bereide en luchtdroog geworden colloïdale ijzeroxyde, dat nog wel ± 6 Mol. H_2O gebonden hield, nam ik waar [2]) dat het, na eenige jaren bewaard te zijn, veel minder water terughield onder bepaalde dampsspanningen en bij bepaalde temperaturen, dan het in verschen toestand

[1]) Z. f. Anorg. Ch. II. **195**. (1892).

[2]) Rec. d. tr. chim. Pays-Bas. **7**. 110—111.

onder dezelfde omstandigheden had vastgehouden. Temperatuursverhooging (ook als het onder water verhit wordt) versnelt diezelfde wijziging zeer sterk.

Coll. aluinaarde daarentegen wordt door lang staan onder water duurzamer en gaat in samenstelling overeenkomen met de bestendige chemische verbinding, die in kristallijnen toestand als het ware hydraat $Al_2O_3 . 3H_2O$ uit de kalische oplossing van Al_2O_3 door langzame toetreding van CO_2 verkregen wordt[1]).

Het blauwe colloïdale koperoxyd, dat uit de waterige oplossing van kopersulfaat wordt neergeslagen, verliest zijn water gemakkelijk en bijna geheel (tot op $^1/_3$ à $^1/_4$ Mol.), als het onder water verhit wordt, en evenzoo, doch allengs, onder den invloed van daarbij opgeloste zouten bij lagere temperaturen, zooals Tommasi, en nu Spring en Lucion uitvoeriger hebben aangetoond. De blauwe kleur wordt eerst donkerder, vervolgens groen, bruin, zwartbruin. Evenwel kan het blauwe waterhoudende koperoxyd een zeer verschillenden graad van bestendigheid vertoonen, naar gelang van de wijze waarop het bereid is — zoo als ik ook bij andere oxyden heb waargenomen (kiezelzuur, aluinaarde, ijzeroxyde, tinoxyde enz.).

Schaffner[2]) vond in 1844 dat het blauw blijft, als het bij lage temperatuur (beneden 18°) bereid en uitgewasschen wordt. Hij vond de samenstelling $CuO . 1.1 H_2O$. Koolzuurvrij was het niet, en misschien ook niet zwavelzuurvrij; brengt men dit in rekening, dan naderde het tot de formule $CuO . H_2O$. Harms[3]) bemerkte reeds in 1857, dat het bij langer uitwasschen bestendiger wordt, (zie evenwel boven) en deelt mede dat hij het zelfs boven 100° met water kon verhitten, zonder dat het zijne blauwe kleur verloor (?) Hij vond $CuO . 1{,}2 H_2O$, en na koking met water $CuO. 1{,}14 H_2O$. Werd het versch neergeslagene en uitgewasschene dadelijk met water gekookt, dan zou het de samenstelling $CuO. ^1/_4 H_2O$ verkrijgen.

Becquerel[4]) en Böttger[5]) hebben eene kristallijne stof bereid, de eerste in kleine naaldjes. Hunne bereidingswijzen hebben hetzelfde karakter; uit een kristallijn basisch zout werd door inwerking van kalioplossing het kristallijne hydraat bereid — door Becquerel uit basisch nitraat, door Böttger uit het mikrokristallijne groene

1) Recueil 7. 76.
2) Ann. Ch. u Pharm. 51. 168.
3) Arch. Pharm. [2] 89. 35.
4) 1852. C. R. 34. 573.
5) 1858. Jahresber. 198.

basische kopersulfaat, dat zich vormt als in eene kokende oplossing van kopersulfaat eenige ammoniak wordt gedruppeld. Deze stof wordt als fraai blauw en bestendig beschreven. PÉLIGOT [1]) heeft uit ammoniakale oplossingen van koperoxyd eene duurzaam blauwe stof bereid, maar vermeldt niet of zij kristallijn is. De samenstelling volgens BECQUEREL en volgens PÉLIGOT is $CuO.H_2O$.

Ook LÖWE [2]) en PALMSTEDT [3]) vermelden, dat het uit eene ammon. oplossing van koperoxyde of uit kopercarbonaat door kali afgescheidene hydraat duurzamer is. Terwijl nu het colloïdaal afgescheiden CuO juist onder invloed van alkaliën zich betrekkelijk zeer spoedig ontleedt en zwart wordt, zoo is het blauwe kristallijne hydraat, bij aanwezigheid van kali (die het zuur uit het basische kristallijne zout wegneemt) en van kalizout (dat bij de omzetting ontstaat) gevormd, daartegen bestand.

Ik heb thans het colloïdaal afgescheiden waterhoudende koperoxyd, in vergelijking met het kristallijne, nader onderzocht, om deszelfs gedrag onder verschillende dampspanningen te onderzoeken, en op deze wijze na te gaan of van een hooger hydraat dan $CuO.H_2O$ sprake kon zijn.

Het is niet gemakkelijk om het colloïd vrij van zwavelzuur en van koolzuur te verkrijgen, zoodat het produkt steeds daarop moest onderzocht worden. Het moet ten snelste uitgewasschen worden en bij lage temperatuur; anders wordt het, in water staande of uitdrogende, groen en allengs vuilgroen. Het herhaalde decanteeren van het water na bezinking, ook als men slechts 1 gram product wil verkrijgen, duurt reeds te lang. Het best gelukte het om een blijvend blauw neerslag en bijna vrij van zwavelzuur te verkrijgen, als de door een overmaat van kali neergeslagen massa op een doek werd gebracht — zoodat het water snel doorzeeg — dan weder van den doek genomen, opnieuw in veel water verdeeld, geschud en weder op den doek werd gebracht, enz.; ten slotte tusschen twee poreuse platen geperst werd gedurende een dag. In een groot uur was dan het afwasschen afgeloopen. De gelei bevatte na de persing nog van 20—10 Molec. H_2O ingesloten. Dit praeparaat bleef, ook na eenige dagen staan, onder water blauw, bij kamertemperatuur, in donker of in het licht (*a* in Tabel I). Het bevatte slechts een spoor SO_3. Werd juist de vereischte hoeveelheid verdunde kali bij de verdunde oplossing van

[1]) 1861. C. R. **53**. 209.

[2]) Jahresb. **1858**. 198.

[3]) 1857. Arch. Pharm. **89**. 35,

$CuSO_4$ gebracht, of zelfs in geringe overmaat, dan bevatte de stof, ofschoon (op de hoeveelheid van een gram CuO) met vele liters water (per decantationem) uitgewasschen, toch nog merkbaar zwavelzuur. Ik heb zoowel het zuiver blauwe (*a*) en donker blauwe (*b*) geanalyseerd, als de praeparaten die reeds min of meer van kleur veranderd waren, omdat het afwasschen te lang geduurd had (*c*, *d*, *e*).

TABEL I.

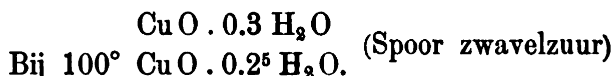
	Kleur van het versche colloïd (vóór de droging)	Kleur na de droging	Samenstelling zwavelzuur-droog bij ± 15°	Watergehalte na verhitting in drogen luchtstroom	
				bij 75°	bij 100°
a.	hemelsblauw (blijft in water onveranderd)	blauw	$CuO.\ 1.09\ H_2O.\ 0.12\ CO_2.\ 0.007\ SO_3$		0.91 (Groen)
b.	donkerblauw	blauw-groen	$CuO.\ 1.01\ H_2O.\ 0.11\ CO_2.\ 0.03\ SO_3.$	0.9	0.86 (Groen)
c.	groen	donkerder	$CuO.\ 1.05\ H_2O.\ 0.13\ CO_2.\ 0.007\ SO_3.$	0.96	0.91
d.	vuilgroen	"	$CuO\ 1.08\ H_2O.\ 0.13\ CO_2.\ 0.023\ SO_3.$		0.9
e.	donker vuilgroen	"	$CuO.\ 1.02\ H_2O.\ 0.10\ CO_2.\ 0.033\ SO_3.$		0.83

De stof *a*, die beneden 15° in den kortsten tijd van de moederloog bevrijd was, was de bestendigste; zij werd in zwavelzuur-drogen toestand eerst groen bij verhitting tot 100°. De stoffen *c*, *d*, *e*, waren reeds van kleur veranderd, en dus iets gewijzigd, na dat zij uitgewasschen waren. Uit de analysen blijkt echter, dat die kleursverandering nog geen grooten invloed op het watergehalte heeft uitgeoefend, wanneer de stof bij ± 15° zwavelzuurdroog is geworden.

Men houde daarbij in het oog dat, ten gevolge van het koolzuur en de hygroskopiciteit der stof, de onzekerheid der analysen alligt eenige honderste deelen van een molecuul bedraagt. Zwavelzuur-

droog, wijst de samenstelling ongeveer $CuOH_2O$ aan, maar bij 75° en 100° geeft zij reeds merkbaar water af. [1])

Is zij echter door staan met de moederloog gedurende enkele dagen zwart geworden, dan heeft zij veel van het ***sterker gebonden*** water verloren, want nu vond ik de samenstelling voor de zwavelzuurdroge stof


$CuO \,.\, 0.3\, H_2O$
Bij 100° $CuO \,.\, 0.2^5\, H_2O$. (Spoor zwavelzuur)

De blauwe, versch neergeslagen stof is eene dikke gelei, die zeer veel water gebonden houdt. Dat dit water, althans tot op 1 Molec. na, zich als colloïdaal water gedraagt, blijkt uit het volgende onderzoek, in Tabel II medegedeeld. De stof werd daarvoor in fijnverdeelden toestand bij 15° aan waterdamp van verschillende spanning achtereenvolgens blootgesteld (door plaatsing in eene afgeslotene ruimte boven zwavelzuur van verschillende verdunning), telkens zoolang, totdat zij zich daarmede in evenwicht had gesteld. Ten slotte werd het watergehalte bepaald.

TABEL II.

Sterkte van het zwavelzuur.		Watergehalte (in Moleculen).					
Mol. H_2O op 1 Mol. H_2SO_4	Dampspanning van dit zwavelzuur bij 15° mm. kwikdruk.	*a.* blauw blijft blauw Mol. H_2O		*b.* blauw wordt blauw-groen Mol. H_2O	*c.* groen Mol H_2O	*d.* vuilgroen Mol. H_2O	*e.* donker vuilgroen Mol. H_2O
74	< 12.6	± 7	± 4	—	—	—	—
36	„ „	± 5.5	± 3.6	—	—	—	—
17	10.674	↓ 3.3	1.9	2.8	—	—	2.7^5
11	8.995	↓ 1.8	↑ 1.5	1.7	—	1.7^5	—
7	6.194	↓ 1.3^3	↑ 1.3	1.2^7	1.2^5	1.3^5	1.3^5
4	2.7	↓ 1.2^2	↑ 1.2^2	—	—	1.2^5	1.2^3
0.25	0.0	1.0^9 →	1.0^9	1.0	1.0^5	1.1	1.0^2

[1]) $CuO.H_2O$ bevat 18.44 pCt. H_2O. Aan een tiende molecuul water meer beantwoordt 19.92 pCt. (Berekend naar het Atoomgewicht van het koper volgens RICHARDS, 63.6).

Uit deze waarnemingen laat zich afleiden, evenals bij het kiezelzuur [1]) en andere colloïden, dat de dampspanning van het water in het colloïd geleidelijk (continu) afneemt, naarmate de hoeveelheid water geringer wordt. Standvastigheid van samenstelling tusschen twee grenzen der dampspanning, welke op het bestaan van een of meer hoogere chemische hydraten zoude wijzen, doet zich niet voor. Als de stof de $Cu\,OH_2O$ heeft verkregen, is hare dampspanning bij 15° nul geworden. Zij heeft dan hare blauwe kleur nog behouden (*a*).

Wordt zij vervolgens weder aan waterdamp van toenemende spanning blootgesteld (zie in kolom *a* de cijfers naast het opgaande pijltje) dan neemt zij weder begeerig water op. Die hoeveelheden zijn echter, als de spanning grooter wordt, geringer dan het geval was, toen de versch bereide gelei allengs water verloor, bij dezelfde dampspanning en temperatuur. Er heeft na de afscheiding als colloid, bij het staan onder water, en vervolgens bij het indrogen, eene voortdurende wijziging in den moleculairen bouw der stof plaats gegrepen; de werking is slechts ten deele omkeerbaar.

Meenen SPRING en LUCION uit den gang der hydratatie van het colloïd, als het in water verblijft en onder den invloed van opgeloste zouten (bij 15°, 30° en 45°) verkeert, te mogen afleiden, dat de samenstelling van het versche colloïd noch die van het eerste, noch die van het derde hydraat, maar bepaaldelijk die van het tweede hydraat is, dus $CuO \,.\, 2H_2O$, en spoedig tot $CuO.H_2O$ overgaat — uit bovenvermelde proefnemingen zou men moeten afleiden, dat eene groote hoeveelheid water in de stof niet chemisch verbonden als hydraat, maar colloïdaal gebonden is, op de wijze zooals ik dit ook bij het kiezelzuur enz. waargenomen heb, en dat er hoogstens van het eerste hydraat $CuO.H_2O$ sprake kan zijn. Als de gelei water door verdamping verliest, en nog een aantal moleculen in het colloïd gebonden zijn, dan wordt hare waterdampspanning reeds geringer dan die van water (bij 15°). Die band is nog zeer zwak, maar wordt steeds sterker, naarmate de hoeveelheid water geringer wordt. Of nu de gelei bij hare afscheiding uit de oplossing dadelijk, of althans na eenigen tijd als een colloïd van $CuO \,.\, H_2O$ $\left(\text{niet van } CuO\frac{1}{n}H_2O\right)$ beschouwd moet worden, is niet onwaarschijnlijk, maar dit is, evenals in alle dergelijke gevallen, nog een open vraagstuk. Waar het imbibitiewater, of het colloïdwater, van de colloïdaal afgescheidene stoffen (Niederschlagsmembranen)

---

[1]) Zie Verslag van de zitting der Akad. van 26 Nov. 1892.

ophoudt, en het chemisch gebonden water aanvangt, is nog niet uit te maken. Bij kiezelzuur zou van chemisch gebonden water bijna geen sprake kunnen zijn.

De dehydratatie van het colloïdale koperoxyde, evenals van alle colloïden, moet een zeer ingewikkelden gang volgen; hetzij zij door den tijd geschiede, als de stof onder water (bij verschillende temperaturen) wordt gehouden, hetzij door verhitting der droge stof, hetzij onder den invloed van zoutoplossingen. Zij kan niet plaats hebben zooals die van bijv. de zouthydraten, waarbij molekuul na molekuul tot een lager hydraat of tot een anhydried overgaat, maar meer als die van eene vloeibare of eene vaste gasoplossing, waarbij alle molekulen even veel verliezen, omdat de verbinding geene chemische maar eene onbepaalde is. Naarmate de hoeveelheid water afneemt, wordt de band sterker en de dehydratatie-snelheid verminderd.

Men zal toch moeielijk de vorming van allerlei chemische hydraten kunnen aannemen, die met elkander in „vaste oplossing" zijn, en die dus allerlei dampspanning zouden kunnen bezitten, naarmate er lagere hydraten ontstaan [1]).

Maar bovendien worden de colloïden meestal gemodificeerd terwijl zij water verliezen, zoodat de werking niet of niet geheel *omkeerbaar* is. Dit is ook bij het colloidale koperoxyd het geval. Het versch afgescheidene (van de moederloog ten spoedigste bevrijde) blauwe colloïd wordt bestendiger in de eerste uren en dagen; het biedt meer tegenstand aan den dehydrateerenden invloed van zoutoplossingen, zoo als SPRING en LUCION door eene reeks van proefnemingen hebben aangewezen. Als het droog geworden is, begint het eerst nabij 100° zich langzaam te ontleden (wordt groen), hetgeen het als gelei snel en bij lager temperatuur doet.

Uit dit alles meen ik te mogen afleiden dat de gang der dehydratatie van allerlei omstandigheden en inzonderheid van den moleculairen bouw der stof afhangt, en dat er bezwaren bestaan om met SPRING en LUCION aan te nemen dat twee chemisch verbonden moleculen H_2O aan de dehydratatie deelnemen.

De kristallijn afgescheidene stof vertoont andere eigenschappen dan de colloïdale. Zij sluit geen water in, laat zich gemakkelijk

---

1) Hetzelfde geldt voor de dehydratatie van droge colloïdale of kristallijne hydraten bij hoogere temperaturen, als de gang zoodanig is, dat de ontleding bij eene zekere temperatuur op een zeker punt blijft staan, en weder bij hoogere temperaturen versneld wordt, zooals bij het waterhoudende aluminiumoxyde, ijzeroxyde, chroomoxyde enz. (Zie Recueil 1888 VII. 69 – 119 passim.)

uitwasschen en drogen, en is, zoo als uit hare bereiding blijkt, tegen eene oplossing van kali of water bestand.

Naar de methode van BÖTTGER bereid, vertoonde zij zich onder het mikroskoop mikrokristallijn, geheel vrij van zwavelzuur. De kristalvorm van het basisch kopersulfaat, waaruit zij is ontstaan, blijft na de inwerking van het alkali, waardoor het in hydraat wordt omgezet, dezelfde. Volgens eene voorloopige analyse is de samenstelling ook bij 100° $CuO.H_2O$. Bij verwarming op 100°, hetzij droog, hetzij onder water, verliest het zijne helderblauwe kleur niet. Het is dus zeer bestendig.

Bereidde ik de stof uit kopernitraat naar BÖTTGER, zoo verkreeg ik evenzoo een kristallijn hydraat, dat onder water kookhitte verdragen kon.

Daarentegen verdroeg het naar BECQUEREL bereide kristallijne hydraat de kookhitte onder water niet, maar werd zwart. Toch waren de meeste kristallen helder doorschijnend en duidelijk gevormd. De beste kristallen werden verkregen uit het basische zout, dat zich vormt bij koking van eene waterige oplossing van kopernitraat en natriumacetaat en daaropvolgende omzetting met kalioplossing; zij waren allen doorschijnend en regelmatig gevormd, ofschoon nog zeer klein. Zij werden echter zwart in kokend water.

De blauwe hydraten, naar PÉLIGOT en LÖWE's methode uit ammoniakale oplossing van $CuSO_4$ of $Cu(NO_3)^2$ of $CuCl_2$ door toevoeging van kali bereid, waren korrelig amorph, en meer of min bestand tegen kookhitte onder water (niet colloïdaal).

Het blijkt dus, dat zelfs bij het kristallijne of korrelig amorphe hydraat (dat naar BECQUEREL en PÉLIGOT $CuOH_2O$ is) verschillen optreden wat de duurzaamheid van het hydraat bij verwarming betreft. Ook hieruit blijkt weder dat de gang der dehydratatie een zeer ingewikkeld verschijnsel moet wezen, afhankelijk van den moleculairen bouw van de verbinding tusschen koperoxyd en water.

Het zal belangrijk zijn om te onderzoeken, of het kristallijne hydraat, dat als eene zuiver chemische verbinding mag beschouwd worden, zich ook onder den invloed van zoutoplossingen allengs dehydrateert, en ook op sommige zouten ontledend werkt, zooals dit van het colloïdale is waargenomen; daaruit zou blijken of die eigenschappen al of niet alleen aan den colloïdalen toestand toekomen [1]). Wat die ontleding betreft, men houde in het oog, dat het

---

[1]) Ik herinner hier aan de ontleding van KCl, KNO_3, K_2SO_4 (in waterige opl.) door het colloïdale roode mangaandioxyd, vroeger door mij aangetoond (J. f. pr. Ch. 23, 243—246), waarbij kali gebonden, en zuur vrij wordt.

colloïdale koperoxyd, na zijne afscheiding uit $Cu SO_4$ aq. door K O H aq, kaliumsulfaat geabsorbeerd houdt, zoodanig dat de sterkte van het colloïd aan zout (en van kali, als deze in overmaat was), grooter is dan van de oplossing aan zout, zooals ik dat vroeger heb aangetoond voor verscheidene colloïdale stoffen [1]). Dat wordt trouwens door de waarneming bewezen, dat, bij het uitwasschen, het colloïd nog merkbaar sulfaat geabsorbeerd houdt, als de oplossing daarvan reeds nagenoeg vrij is.

Waarschijnlijk is het nu dit geabsorbeerde zout, dat de dehydratatie teweegbrengt, als het colloid niet uitgewasschen en door het koperoxyd in zekere hoeveelheid ontleed wordt — zooals bij chloruren, bromuren, ioduren is waargenomen, waardoor dus basis daaruit vrij, en zuur aan Cu O gebonden wordt. Wanneer nu het uitgewasschen en door den tijd bestendiger geworden colloïd met dezelfde zoutoplossing wordt behandeld, dan zijn die werkingen belangrijk zwakker geworden. Dit is misschien aldus te verklaren: Het uitgewasschen colloïd absorbeert weder zout, maar aangezien het reeds gemodificeerd is, zoo is ook het absorptievermogen gewijzigd en afgenomen, evenals ik dit vroeger voor verscheidene colloïden gevonden heb.

Ik hoop dit punt nader te kunnen onderzoeken, ook wat betreft de vraag of het kristallijne $Cu O H_2 O$ deze eigenschappen niet bezit.

Sterrenkunde. — De Heer KAPTEYN spreekt, als vervolg op eene vroegere voordracht, nog eens: „*Over de verdeeling van de sterren in de ruimte*".

De Heer KAPTEYN deelt mede, dat hij zijne onderzoekingen over de verdeeling van de sterren in de ruimte, sinds zijne mededeeling van 29 April van het vorige jaar, heeft uitgebreid over alle sterren, voorkomende in den *Draper Catalogus*, welke door BRADLEY in beide coördinaten zijn waargenomen. Dit materiaal omvat in het geheel 2357 sterren, waarvan 1189 behooren tot den 1en, 1106 tot den 2en en 62 tot den derden spectraaltypus. Behalve de grootere omvangrijkheid en homogeniteit, biedt het het voordeel aan, dat veel kleinere EB in de beschouwing kunnen worden opgenomen.

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de resultaten, waartoe dit onderzoek heeft geleid, stond spreker een oogenblik stil bij de vraag: welke maat te gebruiken is voor de beoordeeling van de relatieve afstanden der sterren. Ziet men af van de bepalingen der jaarlijk-

---

[1]) J. f. pr. Ch. 23. 324—349 en 379—395. Landwirthsch. Vers. Stat. 35. 69—136.

sche parallax, welke tot nog toe slechts in zeer enkele gevallen tot bevredigende resultaten heeft geleid, zoo is zeer zeker de parallactische verplaatsing, ten gevolge van de beweging van het zonnestelsel in de ruimte, het beste middel tot schatting van afstanden. Deze *motus parallacticus* laat zich echter voor de individueele sterren niet scheiden van de werkelijke EB (*motus peculiaris*). Er bestaat echter alle aanleiding om te denken dat de *motus peculiaris* in het algemeen slechts weinig voorkeur vertoont voor bepaalde richtingen, zoodat in het gemiddelde van eenigszins aanzienlijke getallen van sterren deze werkelijke EB elkaar zullen vernietigen, zoodat dan alleen de afspiegeling der zonsbeweging overblijft als meest betrouwbare maat voor den gemiddelden afstand der beschouwde sterren.

Voor de benaderde rangschikking der individueele sterren naar haren afstand, moet men echter naar eene andere maat omzien. Zeer geschikt hiervoor is de totaal E B. Wel is waar schijnt deze slechts benaderd met de parallactische beweging evenredig te zijn (de onderzoekingen van Ristenpart en van Spr. zelven voeren tot het resultaat dat de lineaire E B met den afstand langzaam toenemen), maar dit is voor het beoogde doel voldoende.

Intusschen is er een bezwaar tegen het gebruik daarvan, dat in sommige gevallen zeer gewichtig kan zijn. Vergelijkt men n.l. door middel van de EB, niet verschillende sterregroepen, die elk voor zich over den geheelen hemel verspreid zijn, maar groepen die in verschillende richting zijn gelegen, zoo zal eene systematische fout ontstaan. Immers, voor het Apex en Antiapex der zonsbeweging verdwijnt de parallactische E B, en de EB die men in die deelen van den hemel ziet, is de zuivere *motus peculiaris*. Verwijderen we ons van deze punten, zoo begint de *motus parallacticus* merkbaar te worden en groeit aan, voor sterren met gelijken afstand evenredig met den sinus van den afstand tot het Apex. Het is daarom in de hoogste mate onwaarschijnlijk, dat, zelfs bij geheel gelijken afstand, de totaal EB der sterren in verschillende deelen van den hemel gelijk is.

Voor het detail-onderzoek van den hemel zal dus ook deze maat falen. Om hieraan te gemoet te komen, heeft spreker in die gevallen, waarin het gebruik van de totaal E B als maat van afstand niet meer geoorloofd scheen, gebruik gemaakt van die componente der E B, welke van de zonsbeweging onafhankelijk is.

Als Coördinaten van het Apex voor 1865 werden aangenomen:

$$\alpha = 276^0 \qquad \delta = +34^0$$

en de veronderstelling werd gemaakt dat men deze coördinaten, die

uit het geheel der bekende sterren met merkbare EB zijn getrokken, ook nog zou gevonden hebben uit de afzonderlijke discussie

a. — van de sterren in of buiten den Melkweg;

b. — van de sterren van den 1en of 2en Typus.

De juistheid van de eerste veronderstelling werd in de vorige vergadering door den Heer· BAKHUYZEN bewezen; de benaderde juistheid der tweede laat zich afleiden uit het feit, dat de HH. STUMPE en PORTER voor sterren met EB van zeer verschillend bedrag tamelijk wel dezelfde positie voor het Apex hebben gevonden, eene positie, die niet al te zeer afwijkt van die, welke men uit de beschouwing ook van sterren met geringere EB heeft afgeleid [1]); naar stelling VI nu beperkt men zich inderdaad des te meer tot de beschouwing van sterren van den 2en Typus, naarmate men slechts sterren van sterker EB in de rekening opneemt.

Gebruik makende van genoemde positie van het Apex, kon de EB van alle BRADLEY-DRAPER sterren in twee componenten worden ontbonden:

De eene σ, langs den grooten cirkel gaande door het Apex; de tweede τ loodrecht daarop.

Dat ook de componente τ nog eene goede maat voor den afstand zal zijn, wordt, voor den hemel in zijn geheel, en voor de grootere EB, door de resultaten van PORTER en STUMPE bewezen.

Toch is het goed dit ook nog rechtstreeks aan te toonen.

De BRADLEY-DRAPER-sterren gaven voor alle sterren voor welke $\tau \geqq 0''04$, reduceerende op zeer nabij gelegen afgeronde waarden van τ,

TABLEAU 1 [2]).

τ	q	aantal	verhouding der q.
0″050	+ 0″040	368	1
.150	+ 0.130	200	3.2
.450	+ 0.337	44	8.4

waaruit blijkt dat, ook voor kleine waarden van τ, deze grootheid nabij evenredig is met q, d. i. omgekeerd evenredig met den afstand. De afwijzing is in den zin, gevonden door den Heer RISTENPART.

[1]) Bestaat er een verschil, zoo zullen vermoedelijk de sterren van den eersten Typus een eenigszins *kleinere* rechte klimmig geven dan die van den 2en Typus.

[2]) In Tabel 1 en 2 zijn de waarden van q, geleverd door sterren, die, minder dan 40° van de positie van het aangenomen Apex verwijderd, noodzakelijk zeer onzeker zijn, uitgelaten.

Rest te bewijzen, dat ook bij vergelijking van verschillende deelen van den hemel, met gelijkheid van μ, respect. van τ, gepaard gaat gelijkheid van afstand. — Spreker heeft dit aldus trachten aan te toonen. —

Sluit men de weinige sterren met groote E B ($>$ 0″50) uit, zoo vindt men voor de verhouding der μ in *lage* (—30° tot + 30°) en *hooge* (40° tot 90° galaktische breedte: voor typus I 1 : 1.60, voor typus II 1 : 1.36, terwijl de verhouding q voor deze streken wordt 1 : 1.42 en 1 : 1.29 (vrgl. tableau 6). De overeenstemming is zoo goed als men mag verwachten. Minder bevredigend is de directe samenstelling naar τ in het volgende tableau gegeven. Toch laat zich ook hier nog de afwijking der twee eerste waarden van q redelijk ongedwongen uit hunne onzekerheid verklaren. (w. f. van elk der beide waarden circa ± 0″.005).

TABLEAU 2 [2]).

β	τ	q	aantal sterren
± 40 tot ± 90	0″050	+ 0″034	230
— 30 „ + 30	0.050	+ 0.050	138
± 40 „ ± 90	0.150	+ 0.128	137
— 30 „ + 30	0.150	+ 0.133	63

Verdere onderzoekingen omtrent het hier besproken punt blijven gewenscht.

De beschouwingen van de eigenbewegings-componente τ toont ten duidelijkste de noodwendigheid aan van eene correctie der praecessieconstante van O. STRUVE, welke door AUWERS aan de berekening der E B is ten grondslag gelegd (vgl. Tableau 12). Deze verbetering is reeds door L. STRUVE afgeleid. Nadat de noodzakelijkheid daarvan gebleken is, zijn aan de reeds berekende componenten σ en τ, en ook aan de totaal E B. verbeteringen aangebracht. Alle samenstellingen zijn echter nog niet met het oog hierop omgerekend. Waar zulks nog niet het geval is, zal dit opzettelijk worden aangegeven.

Na deze inleiding, werden door spreker de volgende stellingen voorgedragen en toegelicht.

Stelling I. Denkt men zich de sterren met geringe of onmerkbare EB. weg, zoo blijft een sterren-complex over, waarin geene verdichting naar het vlak van den melkweg meer bestaat.

Stelling II. Voor sterren met zeer geringe of onmerkbare EB ($\leqq$ 0″04) bestaat eene verdichting naar het vlak van den melkweg, zoowel voor de sterren van den *tweeden* als voor die van den

eersten spectraaltypus. Ook in de rangschikking van de sterren van den *tweeden* typus is derhalve eene onmiskenbare afhankelijkheid te erkennen van de positie van den melkweg. De verdichting der sterren van den eersten Typus is echter sterker en vertoont zich reeds bij eenigszins aanzienlijker EB.

Stelling III. Deze verdichting der sterren met onmerkbare EB is reeds voor de heldere sterren (0—6^m5) eene zeer aanzienlijke, even aanzienlijk als (Typus II) of aanmerkelijk aanzienlijker (Typus I) dan voor het totaal der sterren van de 9e grootte.

Stelling IV. Er bestaat òf eene *reëele* verdichting der sterren met zwakke EB naar het vlak van den melkweg, òf ééne *reëele* verdunning in de nabijheid van de polen van dezen gordel.

Stelling V. Het door F. G. W. STRUVE gevonden arrangement der sterren in de ruimte is niet in overeenstemming met de werkelijkheid. De oorzaak van de onjuistheid der door dezen sterrenkundige bereikte slotsom is gelegen in het feit, dat de gemiddelde afstand der sterren van bepaalde grootte *in* en *buiten* den melkweg eene verschillende is.

Stelling VI. (Vgl. ook de mededeeling van 29 April 1892). De onmiddellijke omgeving van de zon bevat bijna uitsluitend sterren van den 2^{en} Typus; bij verdere verwijdering van de zon neemt de verhouding Q van het getal sterren van den *eersten* tot dat van den *tweeden* Typus geleidelijk toe, om gelijk te worden aan de eenheid, op een afstand die overeenkomt met eene gemiddelde totaal EB van 0″07. Bij nog grooter verwijdering gaan de sterren van den 1^{en} Typus sterk overwegen.

Stelling VII. Hoogstwaarschijnlijk is, althans in de naaste omgeving van ons zonnestelsel, de verandering van Q met den afstand geheel of voor het grootste deel toe te schrijven daaraan, dat de sterren van den 2^{en} Typus aldaar veel meer gedrongen staan dan op grooter afstand, terwijl de verdeeling van de sterren van den 1^{en} Typus meer tot eene gelijkmatige nadert.

Stelling VIII. Het centrum van grootste verdichting der sterren van den 2^{en} Typus ligt in de buurt van het punt, welks coördinaten zijn

$$A = 0^h\,0 \qquad D = +42^o.$$

Stelling IX. Dit centrum valt zeer nabij samen met het punt, dat, naar de waarnemingen en onderzoekingen van HERSCHEL en STRUVE, oogenschijnlijk het middelpunt van den melkweg is.

Stelling X. Bij gelijke totaal EB of eigenbewegingscomponente τ, staan de sterren der beide eerste spectraaltypen op gelijken afstand.

Stelling XI. Bij gelijke grootte, staan de sterren van den *eersten* Typus gemiddeld ongeveer 2.7 maal verder dan die van den *tweeden* Typus, of ook: de sterren van den eersten Typus bezitten gemiddeld ruim 7 maal grootere absolute lichtkracht dan die van den *tweeden* Typus.

Het bewijs der vier eerste stellingen werd gevoerd als volgt: Door parallel-cirkels, getrokken van 10° tot 10° en door declinatie-cirkels op verschillenden afstand, werd de geheele hemel benoorden de parallel van 30° zuider-declinatie zoodanig in vakken verdeeld, dat elk vak slechts sterren bevat, wier galaktische breedten niet of nauwelijks meer dan 10° van elkaar afwijken en in elk vak werd geteld het aantal sterren van bepaalden spectraaltypus en bepaald bedrag van E B. Verder werd voor elk vak berekend het aantal vierkante graden, daarin bevat, en het getal sterren van de grootte 0—6.5 opgemaakt, dat de B D daarvoor aangeeft. Door latere samenvoeging der gelijke galaktische breedten, kon op deze wijze niet alleen het totaal aantal sterren van verschillende E B en Typus op verschillenden afstand van den Melkweg worden bepaald, maar uit die getallen kon verder worden afgeleid, hoe groot dat aantal per 1000 vierkante graden zou zijn uitgevallen, indien het materiaal *alle* sterren van de grootte 0—6.5 had omvat.

Het resultaat van die tellingen en berekeningen is bevat in de twee volgende tableaux.

TABLEAU 3. Samenstelling naar μ (totaal EB).

β Grenzen	Gemidd.	μ = 0″00—0″03 I	II	0″04—0″05 I	II	0″06—0″07 I	II	0″08—0″15 I	II	0″16 en hooger I	II
± 60° tot ± 90°	69	18.6	14.9	9.6	12.7	8.5	14.3	17.0	13.8	6.4	28.7
± 50 „ ± 60	55	19.3	18.6	10.6	11 8	7.5	6.2	14.9	26.1	6.2	19.3
± 40 „ ± 50	45	24.6	15.8	8.4	9.9	7.9	6.4	15.3	23.7	6.4	22.7
± 30 „ ± 40	35	34.3	19.5	15.7	10.0	11.4	8.6	19.5	19.5	3.3	18.1
± 20 „ ± 30	25	48.1	27.8	26.2	14.4	8.0	6.9	19.8	20.3	4.8	20.8
± 10 „ ± 20	15	76.2	34.6	30.6	12.1	8.7	7.5	16.2	18.5	4.0	21.3
— 10 „ + 10	5	85.8	48.6	27.6	10.8	12.0	6.0	13.2	15.0	7.2	18.6

TABLEAU 4 [1]). Samenstelling naar τ.

β Grenzen	Gemidd.	τ = 0″00—0″03 I	II	0″04—0″05 I	II	0″06—0″07 I	II	0″08—0″14 I	II	0″15 en hooger I	II
± 60 tot ± 90	69	29.2	31.9	15.9	9.0	5.3	8.5	5.8	15.4	3.7	19.6
± 50 „ ± 60	55	34.2	35.4	8.7	12.4	6.8	6.2	5.6	15.5	3.1	12.4
± 40 „ ± 50	45	36.5	33.5	11.3	11.8	3.9	6.9	6.9	10.4	3.9	15.8
± 30 „ ± 40	35	52.4	33.3	13.8	10.9	7.6	7.6	9.5	14.3	1.0	9 5
± 20 „ ± 30	25	65.1	46.5	18.7	14.4	13.9	6.9	8.0	11.7	1.1	10.7
± 10 „ ± 20	15	98.1	46.7	23.1	14.4	8.1	10.4	4.0	11.0	2.3	11.5
— 10 „ + 10	5	112.2	62.4	19.2	10.2	4.8	5.4	7.2	13.8	2.4	7.2

[1]) Voor de berekening van dit tableau hebben de *E B* gediend, die nog niet voor de praec. corr. van L. STRUVE verbeterd zijn.

Uit tableau 3 ziet men duidelijk, dat bij den 1sten Typus zich eene verdichting naar het vlak van den melkweg eerst gaat vertoonen voor E B van 0″04—0″05, bij den 2den Typus eerst bij E B $\leqq$ 0″03. Voor deze, praktisch als geheel onmerkbaar te beschouwen E B echter, is die verdichting niet in het minst twijfelachtig, ja deze is reeds even sterk als die van de sterren van de 9de grootte. Hiermede is de afhankelijkheid ook van het arrangement dezer sterren van de positie van den melkweg onbetwisbaar bewezen, welke naar de resultaten door den Heer PICKERING verkregen zeer onwaarschijnlijk kon geacht worden (vgl. Ann. of the Obs. of Harv. Coll. Vol. 26 p. 152). Het is uiterst gemakkelijk aan te toonen, dat de aanneming van eene systematische fout in de BONNER helderheidsschattingen van melkwegsterren dit resultaat niet veranderen kan. Wel is het niet onwaarschijnlijk, dat eene dergelijke fout bestaat, waardoor de kleine *verdunning*, die de sterren van den tweeden Typus met merkbare E B in den buurt van den melkweg vertoonen, verdwijnen zou; maar de verdichting der sterren met onmerkbare E B zou daardoor des te aanzienlijker worden.

Tableau 4 bewijst dat de hier bereikte conclusies onafhankelijk zijn van de beweging van het zonnestelsel.

Ten slotte is eene poging gedaan om stelling I ook nog voor zwakkere sterren te bewijzen. Het eenige geschikte materiaal, dat daartoe voor Spr. toegankelijk was, is geleverd door den Heer L. BOSS, in zijn Catalogus van sterren van de grootte 0—9.0 tusschen 1° en 5° Noorder Declinatie. Uit dezen Catalogus zijn de E B $\geqq$ 0″10, welke hoofdzakelijk op vergelijkingen met LALANDE en BESSEL berusten, geteld. — Onder de aanneming, dat het aantal E B in dezelfde verhouding onvolledig is als BESSELS Zonen, zijn uit de direct gevonden getallen de getallen der waarschijnlijk bestaande E B afgeleid. Deze zijn in de 2 laatste kolommen van het volgende tableau aangegeven:

TABLEAU 5.

afstand tot melkweg	aantal □ graden	Aantal E B bij Boss 0″10—0″20	Aantal E B bij Boss $\geqq$ 0″20	waarschijnlijk totaal aantal E B 0″10—0″20	waarschijnlijk totaal aantal E B $\geqq$ 0″20
55° tot 65°	390	46	39	76	65
39 „ 55	390	45	32	71	50
90 „ 39	390	41	29	73	52
—20 „ + 20	390	35	15	72	31

Voor de E B 0″10—0″20 laat de uniformiteit niets te wenschen

ming daarmede is het feit, door spreker in de zitting van 2 April 1892 medegedeeld, dat het licht der sterren van den melkweg (d. i. van sterren, die voor het meerendeel op grooteren afstand staan) hoogstwaarschijnlijk rijker is aan violette stralen dan dat der overige sterren.

Het is een opmerkelijk feit, dat in de Hyadengroep de *helderste* sterren bij voorkeur behooren tot den tweeden spectraaltypus, welke overigens in deze groep sterk in de minderheid is. Dit feit, in verbinding met Stelling XI, voert tot het besluit, dat we in deze objecten bij verre de meest omvangrijke leden van het stelsel voor ons hebben. De lagere temperatuur is daarom in dit geval bezwaarlijk toe te schrijven aan een verder gevorderde afkoeling, zoodat hier althans eerder aan te nemen is, dat de tweede Type sterren in een vroeger stadium van ontwikkeling verkeeren (stijgende temperatuur) dan die van den 1en Typus. Of dit ook als regel aan te nemen is bij het groote melkwegstelsel, waagt Spr. niet te beslissen.

Stelling VII. Wanneer men aanneemt, dat de afstanden omgekeerd evenredig zijn met de E B, zoo laten zich gemakkelijk de betrekkelijke volumina berekenen, in welke de sterren met verschillende EB. bevat zijn. Vergelijkt men deze met de aantallen der daarin bevatte sterren, zoo laat zich een besluit trekken omtrent de stersdichtheid. — In het volgende tableau geeft de eerste kolom de grenzen der EB; de 2e de volumina der daarmeê overeenkomende bolschillen. De volgende kolommen geven voor de verschillende EB. het aantal sterren per volumen eenheid. — Aangezien nu toch de getallen der *verschillende* kolommen niet direct vergelijkbaar zijn, zoo is, voor het gemak van het overzicht, elke kolom vermenigvuldigd met zoodanig getal, dat het getal correspondeerende met de EB 0″155—0″195 gelijk wordt aan één. Bij gelijkmatige verdeeling der sterren zouden de getallen in elk der vier laatste kolommen op zichzelf gelijk moeten zijn. — De *derde* kolom is verkregen uit de telling van alle sterren van den eersten Typus en van de grootte 0.0 tot 5.0, gelijktijdig voorkomende in den Catalogus van Stumpe (A. N. Nos. 2999—3000) en den Draper Catalogus; de getallen der *vierde* en *zesde* kolom zijn ontleend aan het besproken materiaal van Bradley-Draper; de gegevens voor de voorlaatste kolom eindelijk zijn ontleend aan Boss' Zone-Catalogus. Uit het geheele getal sterren met EB $\geq$ 0″10, door dien sterrekundige gegeven, is het benaderd aantal, behoorende tot den *eersten* typus, berekend onder de aanneming, dat ook voor deze sterren de verhouding van het aantal sterren, behoorende tot de twee eerste typen, wordt uitgedrukt door de waarden van Q uit tableau VII of het tableau van de mededeeling van 29 April 1892.

Aan den voet van elke kolom is het aantal sterren aangegeven op hetwelk de berekening rust.

TABLEAU 8. Aantal sterren per volumen-éénheid.

		Typus I.			Typus II.
μ.	volum.	0m0—5m0.	0m0—6m5.	0m0—9m0.	0.0—6.5.
0″095—0″155	898.5		0.7	0.4	0.4
0.155 — 0.195	133.6	1.0	1.0	1.0	1.0
0.195 — 0.295	85.9	2.0	1.3	1.2	2.2
0.295 — 0.395	32.8	1.9	1.5	1.1	3.3
0.395 — 0.495	7.9				5.8
0.495 — 0.995	7.3				11.9
0.995 en hooger	1.0				39.2
Totaal getal sterren		**46**	**200**	**(282)**	**438**

Beperkt men zich tot EB > 0″155, zoo blijkt uit dit tableau dat, naarmate het materiaal over zwakkere sterren wordt uitgebreid, de verdeeling der sterren van den *eersten* typus nadert tot uniformiteit. Blijkt dit ook nog door te gaan zoodra men in staat is ook de sterren van de 10e, 11e en nog hoogere grootte klassen in de beschouwing op te nemen, zoo zal voortdurend de waarschijnlijkheid toenemen, dat de sterren van Typus I in de naaste omgeving van ons stelsel vrijwel gelijkmatig verdeeld zijn. — Daarentegen zijn, blijkens de laatste kolom, de sterren van den 2en Typus, wier EB. bekend is, zeer sterk verdicht in de nabijheid van ons stelsel. — Nu mag het waarschijnlijk zijn, dat toekomstige uitbreiding van het materiaal, het aantal zwakke EB in eenigszins sterkere verhouding zal doen aangroeien dan dat der sterkere EB., maar het is ten hoogste onwaarschijnlijk, dat zulks in zoo sterke mate het geval zal zijn, dat daardoor de verdichting in eene gelijkmatige verdeeling zou overgaan.

Het laat zich aantoonen dat, ook al leveren al de sterren, die HERSCHEL in zijn 16 duims reflector in hooge galaktische breedte zien kon, percentsgewijze evenveel EB tusschen 0″16 en 0″32 als de sterren tot de 9e grootte gedaan hebben, men toch voor die sterren niet eene zoo dichte opeenhooping vinden zou als die der *nu reeds bekende* sterren met EB grooter 3″. Men kan hiertegen inbrengen, dat de hier gemaakte veronderstelling, dat de totaal E B omgekeerd evenredig zouden zijn met de afstanden, in zich sluit, dat de lineaire EB der sterren, op verschillenden afstand van de zon, gelijk zouden zijn en dat b. v. RISTENPART's onderzoekingen (Veröff. der Grossh.

Sternw. zu Karlsruhe IV, p. 287) het tegendeel schijnen te bewijzen. Het is echter gemakkelijk te zien, dat als RISTENPART's resultaten juist zijn (wat mij zeer waarschijnlijk voorkomt) onze conclusie met betrekking tot de sterren van den 2en Typus *à fortiori* geldt. Alleen wordt dan vrij waarschijnlijk, dat ook de 1e Type sterren, hoewel in oneindig zwakkere mate, naar de zon toe verdicht zijn.

Stelling VIII. In de vergadering van 29 April 1892 werd medegedeeld, dat uit het door den Heer STUMPE bijeengebrachte materiaal af te leiden is, dat het centrum van grootste verdichting der sterren van den 2en Typus waarschijnlijk niet juist met de zon samenvalt, maar schijnt gelegen te zijn in de richting van 23^h rechte klimming. Deze uitkomst wordt afgeleid uit de beschouwing van de quotiënten Q.

Het materiaal van BRADLEY-DRAPER is met hetzelfde doel op twee verschillende wijzen onderzocht:

a. door de beschouwing der waarden van het quotient Q, der sterren voor welke $\tau \geqq 0''04$, in verschillende deelen van den hemel.

b. door de beschouwing van de aantallen sterren van den 2den Typus (voor welke $\tau \geqq 0''04$) die in verschillende deelen van den hemel per 1000 vierkante graden voorkomen. Deze getallen, vooraf weer herleid op het geval dat men alle sterren van de grootte 0.0—6.5 (benoorden —30°) in het onderzoek had kunnen opnemen, zijn in de laatste kolom van het volgend tableau aangegeven (n).

Bij beide beschouwingen werd de hemel ten noorden van —30° declinatie in 13 vakken verdeeld, waarvan de gemiddelde grenzen in de twee eerste kolommen zijn opgenomen.

TABLEAU 9. [1]

Grenzen in δ	Grenzen in α	Q	n
— 30° tot + 20°	23^h6^m— 2^h53^m	1.88	48.9
„	2.53— 6.12	0.82	46.1
„	6.12— 9.46	0 89	43.7
„	9.46—14.18	0.80	41.0
„	14.18—16.54	0.71	39.0
„	16.54—20.6	1.12	40.6
„	20.6 —23.6	0.93	39.3

[1] Voor de berekening van dit tableau hebben de EB gediend, die nog niet voor de praec. corr. van L. STRUVE verbeterd zijn.

Grenzen in δ	Grenzen in α	Q	n
+ 20° tot + 60°	22^h42^m— 3^h29^m	1.43	57.7
„	3.29— 8.15	0.90	31.7
„	8.15—13.25	0.64	42.7
„	13.25—17.59	0 71	55.8
„	17.59—22.42	1.07	48.4
+ 60 tot + 90°	0.0 —24.0	1.64	47.5

De waarden van Q, die dit tafeltje bevat, zijn verbeterd voor eene variatie met de galaktische breedte, die niet te verwaarloozen is.

In de kolom der Q, zoowel als in die der n, vindt men de grootste waarden in de buurt van 0^h rechte klimming. Er is dus een zeker deel van den hemel, waar de dichtheid der 2de type sterren grooter is dan elders. Neemt men aan dat die dichtheid, van een punt Ω van maximum-dichtheid af, verandert evenredig met den cosinus van den hoekafstand tot dat punt, zoo vindt men door eene behandeling met kleinste quadraten, voor de coördinaten A en D van Ω respectievelijk de waarden:

uit de Q	A = 0^h9	D = + 21°
uit de n	23.3	+ 62
Aangenomen coörd. van Ω	0 0	+ 42°

De galaktische breedte van dit punt is —20°.

De overeenstemming van deze beide, langs verschillenden weg gevonden, resultaten onderling en met het vroeger uit geheel ander materiaal afgeleide, schijnt sterk te spreken voor de realiteit van het gevonden verdichtingscentrum. Niet minder sterk daarvoor spreekt het feit, waarop gedoeld wordt in de volgende stelling, en dat eerst lang na afleiding van het vorig resultaat spreker's aandacht getrokken heeft.

J. HERSCHEL, misschien de beste kenner van het voorkomen van den melkweg in zijn geheel, zegt in zijne *Outlines of Astronomy* Art. 788, sprekende van den melkweg: „Throughout all this region its „brightness is very striking and when compared with that of its „more northern course already traced, conveys strongly the impres„sion of greater proximity and would almost lead to a belief that „our situation as spectators is separated on all sides by a conside„rable interval from the dense body of stars composing the Galaxy „. . . . . . within which we are excentrically situated nearer to the „southern than to the northern part of its circuit''.

Spreker is niet zeker of met „all this region" bedoeld wordt de geheele ruimte van het midden tusschen λ en γ Argûs (RA = $8^h 5$) en α Centauri (RA $14^h 5$) of wel de beperkte ruimte tusschen η Argûs (RA = $10^h 7$) en de zuidelijkste punt van den melkweg ($12^h 8$). Bij beide opvattingen echter ligt het midden dezer streek ongeveer bij $11^h 6$ rechteklimming.

Is dus de melkweg als een ring op te vatten, en naar het voorgaande schijnt daartoe alle grond aanwezig, zoo moet men het centrum daarvan waarschijnlijk zoeken ca in de rechte klimming $23^h 6$. Verder bevindt zich, naar STRUVE's onderzoekingen, de zon eenigszins noordelijk van het vlak van den melkweg, en moet dus het centrum eene kleine zuidelijke galaktische breedte hebben. De ligging van dit centrum stemt dus op verrassend schoone wijze met die, welke zooeven voor het verdichtingscentrum van de sterren van den 2den Typus werd gevonden.

Stelling X. Het bewijs van deze stelling is noodig voor een volledig bewijs van de juistheid van Stelling VI. Tot het voeren daarvan werd gebruik gemaakt:

a. van het materiaal STUMPE-DRAPER, besproken in de mededeeling van 29 April 1892. Het volgende tableau geeft een overzicht van hetgeen daaruit werd gevonden.

TABLEAU 10.

	Typus I.			Typus II,		
μ	Gem. μ	q	aantal	Gem. μ	q	aantal
0"16—0"20	0"177	+ 0"148	31	0"176	+ 0"098	65
0.20—0.30	0.240	+ 0.137	37	0.241	+ 0.159	126
0.30—0.70	0.422	+ 0.320	26	0.430	+ 0.274	134
Gemiddeld	0.270	+ 0.196	94	0 306	+ 0.188	325
voor μ = 0.270		+ 0.196			+ 0.166	

b. van de Sterren BRADLEY-DRAPER met EB van 0"08 en 0"09. Deze gaven [1])

	Typus I.	Typus II.
μ = 0"085	q = + 0"056 (112)	q = + 0.041 (77)

c. (voor de componente τ) van alle sterren BRADLEY-DRAPER

[1]) Ook hier hebben de EB gediend die nog niet voor de praec. corr. van L. STRUVE verbeterd zijn.

voor welke $\tau \geq 0''04$ (Type I) of tusschen de grenzen 0″04 en 0″29 begrepen is (Typus II). Uitgezonderd hiervan zijn alleen de sterren tusschen de galaktische breedten ± 30° tot ± 40°. [1])

TABLEAU 11.

Typus I.				Typus II.			
τ	Gem. τ	q	aantal	τ	Gem. τ	q	aantal
0″04—0″09	0″059	+ 0″048	172	0″04—0″09	0″059	+ 0″049	196
≥0″10	0.149	+ 0.102	58	0.10—0.29	0.160	+ 0.149	142
Gemidd.	0.082	+ 0.062	230		0.101	+ 0.091	338
voor $\tau =$	0.082	+ 0.062				+ 0.074	

d. van de sterren wier spectrum bekend en van wier parallax redelijk betrouwbare waarden gegeven zijn.

	Gem. μ	Gem. mag.	Gem. π	Aantal
Typus I.	1″60	2.8	+ 0″159	7
„ II.	1.64	3.9	+ 0.137	19

Stelling XI. Door samenstelling van alle sterren BRADLEY-DRAPER, met uitzondering alleen van die sterren van den 2den Typus, wier spectrum in den DRAPER Catalogus met een ? voorzien is, werd het volgende overzicht verkregen:

TABLEAU 12 [2]).

	mag.	gem. mag.	μ	τ	q	aantal.
Typus I.	0.0—2.9	2.14	0″147	— 0″012	+ 0″111	46
„	3.0—3.9	3.35	0.086	— 0.023	+ 0.062	78
„	4.0—4.9	4.39	0.061	— 0.010	+ 0.031	182
„	5.0—5.9	5.37	0.054	— 0.013	+ 0.031	417
„	6.0 —.....	6.27	0.053	— 0.019	+ 0.027	465
Typus II.	0.0—2.9	2.07	0.347	+ 0.026	+ 0.350	23
„	3.0—3.9	3.35	0 295	— 0.020	+ 0.137	62
„	4.0—4 9	4.41	0.176	— 0.050	+ 0.096	129
„	5.0—5.9	5.39	0.143	— 0.007	+ 0.092	322
„	6,0—.....	6.24	0.120	— 0.013	+ 0.069	326

---

[1]) Deze zijn alleen daarom uitgezonderd omdat ze afzonderlijk hadden moeten berekend worden, terwijl de overige reeds voor Tableau 1 dienst hebben gedaan.

[2]) Bij de berekening van dit tableau hebben de EB gediend die nog niet voor de praec. corr. van L. STRUVE verbeterd zijn. Bij de 1ste Type sterren is één ster over het hoofd gezien.

Door interpolatie leidt men hieruit af:

TABLEAU 13. Waarden van q.

mag.	Typus I.	Typus II.	$\frac{q_{II}}{q_I}$
2.3	+ 0″105	+ 0″312	3.0 (½)
3 3	+ 0.064	+ 0.145	2.3
4.3	+ 0.034	+ 0.100	2.9
5.3	+ 0.031	+ 0.092	3.0
6.3	+ 0.027	+ 0.067	2.5
		Gem.	2.7

Hiermede is het eerste deel van de stelling bewezen. Denkt men zich de sterren van den *eersten* Typus op gelijken afstand met die van den *tweeden* Typus gebracht, zoo zal de helderheid der eersten $(2.7)^2 = 7.3$ maal grooter zijn dan die der laatsten, waarmede ook de tweede vorm der stelling gemotiveerd is.

Natuurkunde. — De Heer KAMERLINGH ONNES doet, namens den Heer C. H. WIND, phil. nat. cand. te Groningen, de volgende mededeeling over het onder de leiding van Prof. HAGA verricht *onderzoek van het magnetisch veld in het nieuwe physisch laboratorium* te Groningen.

Het onderzoek is verricht met den locaalvariometer van KOHLRAUSCH (Wied. Ann. 15. p. 545, 1882 en 19. p. 135, 1883). Bij de uitwerking van de theorie van dit vernuftig instrument, heeft KOHLRAUSCH geen rekening gehouden met verschillende omstandigheden, die van invloed kunnen worden op de juistheid der uitkomsten. Terwijl KOHLRAUSCH als eindformule voor de berekening van het intensiteitsverschil

$$\frac{H'-H}{H} = \frac{n'-n}{4A} \, tg\, \varphi \quad \text{(zie l.c.)}$$

geeft, vindt de Heer WIND

$$\frac{H'-H}{H} = \frac{n'-n}{4A}\left[tg\,\varphi\left(1 - \frac{n}{4A}\,tg\,\varphi\right) + B + C\right]$$

waarin

$$B = \frac{15\left(4\,\frac{M_1+M_2}{r^5} - 3\,\frac{M_3+M_4}{r'^5}\right)}{-\,4\,\frac{M_1+M_2}{r^3} - 2\,\frac{M^3+M_4}{r'^3}}\, l^2 \sin 2\,\Phi$$

als M_1 en M_2 de momenten voorstellen van den 2 magneten „aus 1er HL" werkende en r hun afstand tot het centrum van 't veld, M'_1, M'_2, r' dezelfde grootheden van de 2 magneten „aus 2er HL" werkende, en $2l$ de gereduceerde lengte of 0,8 van den diameter des spiegels.

C is een correctieterm evenredig met den torsiecoëfficient van 't instrument en in den regel klein genoeg om te worden verwaarloosd.

De correctieterm B heeft een verschillende waarde, al naar de waarde, die men aan de verhouding $\frac{r}{r'}$, geeft. Neemt men voor deze, met K., $\sqrt[6]{\frac{12}{7}}$ dan krijgt men $B = 2{,}535 \frac{l^2}{r^2} \sin 2\,\Phi$ (voorzoover $M_1 = M_2 = M_3 = M_4$). eene waarde, die geenszins is te verwaarloozen tegenover $tg\ \Phi$, bij den graad van nauwkeurigheid, dien men overigens kan bereiken. De term B is echter geheel tot nul te reduceeren, indien men aan genoemde verhouding de waarde geeft $\frac{r'}{r} = \sqrt[6]{\frac{4}{3}} = 1.06$, behoudens den meestal geringen invloed van de ongelijkheid der momenten, die desnoods nog in rekening is te brengen.

De term $\frac{n}{4\,A}\ tg\ \varphi$ kan men zoo klein maken als men wil en is overigens, wanneer men daarvoor niet gezorgd heeft, in den regel zoo klein, dat zijn invloed moet worden verwaarloosd.

Den opgegeven eenvoudigen vorm neemt de eindformule slechts aan onder voorwaarde, dat de torsie van den ophangdraad gering zij en men het instrument in beide stations van waarneming voldoende nauwkeurig hebbe georiënteerd, wat ook al weer geringe torsie vordert. Den hoek van torsie, dien men dus zoo klein mogelijk moet maken, kan men vrij nauwkeurig bepalen, daar hij nagenoeg evenredig is met het verschil tusschen het gemiddelde der kijkeraflezingen bij de beide waarnemingsstanden van 't instrument en het getal 100, dat het midden der schaal aanduidt — mits gezorgd worde voor zoo goed mogelijk gelijke uitslagen, naar beide zijden van het raam, dat de richtingmagneten draagt.

Voorts toonen de berekeningen aan, dat de ongelijkheid der momenten van de 4 richtmagneten geen merkbaren invloed heeft, zoolang $\frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2}$ en $\frac{M_3 - M_4}{M_3 + M_4}$ niet meer bedragen dan 0.01 b.v.; dat in dit geval ook de fouten van centreering en asymetrie in de verdeeling van het magnetisme in den spiegel moeten wor-

den verwaarloosd, doch dat, indien de genoemde verhoudingen belangrijk grooter mochten zijn dan 0,01, die ongelijkheid der momenten, zoowel als de centreeringsfouten en de bedoelde asymmetrie, afbreuk zouden doen aan de nauwkeurigheid van de opgegeven eindvergelijking.

Eindelijk ziet men, dat de gereduceerde lengte der 4 richtmagneten, als onderling gelijk beschouwd, niet in de eindvergelijking optreden.

Ook bij het onderzoek van den Heer WIND bleken de temperatuurverschillen een zeer nadeeligen invloed uit te kunnen oefenen. Verkeert men te dien opzichte in gunstige omstandigheden, wordt de dagelijksche variatie der intensiteit in aanmerking genomen, en werkt men zooals de Heer WIND aangeeft, dan kan men met den localvariometer intensiteitsverschillen tot op $^1/_{20000}$ bepalen.

Wat thans het magnetisch veld van het laboratorium te Groningen betreft, zoo werden de twee grootste van de vertrekken bestemd tot het doen van wetenschappelijke onderzoekingen, ieder 8 meter in het vierkant, en, door het wegschuiven van een gordijn tot één groot vertrek te maken, op hun magnetischen toestand onderzocht. De ruimte voor het doen van magnetische en galvanometrische waarnemingen is beperkt tot het oppervlak der pijlers, die zich onder den vloer van ieder vertrek uitstrekken tot op 1 meter van de muur; daar de toestellen gewoonlijk op minstens 1 meter boven den vloer worden opgesteld, is de horizontale intensiteit in 150 punten, gelegen in een vlak 1 meter boven den vloer, onderling vergeleken. Het bleek 1°. dat over de geheele ruimte, 14 meter lang, 6 meter breed, het verschil tusschen de uiterste waarden slechts 0.0012 der geheele intensiteit bedraagt, als men een klein deel uitzondert, waar de ijzeren slingerstang van de astronomische klok eene kleine storende werking uitoefent. In het voor magnetische proeven bestemde gedeelte van het laboratorium te Straatsburg, dat ongeveer dezelfde ruimte beslaat, is het verschil nagenoeg tien maal grooter. (H. H. BROGAN, Das magnetische Feld im physikal. Laboratorium und die erdmagnetische Constanten von Strassburg. Dissert. Strb. 1892. Vgl. ook R. W. WILLSON, The magnetic field in the Jefferson laboratory. Amer. Journ. of Sc- 1890. p. 87).

2°. dat de isodynamen zich groepeeren om 2 maxima (+ 6, — 1) en 3 minima (— 6, — 4, + 1) — de getallen tusschen haakjes geven in tienduizendste deelen der horizontale intensiteit het verschil aan met de middelwaarde.

3°. dat deze maxima en minima op een zig-zag lijn liggen, gemiddeld 3 meter van elkaar, zoodat bijna overal het verval gering is.

4°. dat een sterker verval werd waargenomen langs den westelijken muur en dat een onderzoek naar de oorzaak, door metingen tusschen pijler en muur, als reden deed kennen de benedenzijde der raamkozijn-openingen, waardoor de verticale componente zuidmagnetisme werd geïnduceerd (ten gevolge van het ijzergehalte der baksteen).

De meest gewichtige gevolgtrekking, uit dit onderzoek te maken, is, dat het nieuwe physisch. laboratorium te Groningen bij uitstek geschikt blijkt voor onderzoekingen, welke een weinig gestoord magnetisch veld vorderen. Dit gunstig resultaat is zeker te danken aan de strenge consequentie, waarmede ijzer en staal bij de constructie van het gebouw zijn vermeden, en aan de gelukkige verdeeling der steenmassa's, die het zeer gemakkelijk maakt om ten allen tijde de instrumenten op te stellen op voldoenden afstand van alle baksteen. Bij den bouw van het laboratorium, welks voortreffelijkheid ook in dit opzicht uit het medegedeelde blijkt, mocht Prof. HAGA zich verheugen in de samenwerking met den Heer Rijksbouwkundige VAN LOKHORST, wien hij daarvoor in zijne inwijdingsrede een wel verdienden lof toebrengt.

Wiskunde. — De Heer SCHOUTE biedt de volgende mededeeling aan *„Over het middel, uit de afbeelding van een kubisch oppervlak op een plat vlak af te leiden, welk der 27 rechten elkaar snijden".*

Stellen $\lambda \alpha_i + \mu \beta_i + \nu \gamma_i = 0$ $(i = 1, 2, 3)$ overeenkomstige vlakken van drie projectieve vlakkennetten voor, en laat men met het snijpunt P dezer vlakken het punt P' overeenstemmen, dat in een gegeven vlak φ met betrekking tot een zekeren coördinaten driehoek de verhoudings-coördinaten (λ, μ, ν) heeft, dan is hierdoor de meetkundige plaats F^3 van P eenwaardig afgebeeld op het vlak φ. Met elk punt P van F^3 komt dan een bepaald punt P' van φ overeen. En omgekeerd behoort bij elk punt P' van φ slechts dan een enkel bepaald punt P van F^3, als we zes punten van φ uitzonderen. Want de projectieve vlakkennetten laten zes drietallen van door een zelfde rechte gaande overeenkomstige vlakken toe (vergelijk REYE's *„Geometrie der Lage"*, III, blz. 79).

Het is echter niet moeielijk aan de zes zoogenaamde „hoofdpunten" A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6 van φ, met welke op F^3 rechten a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, overeenstemmen, het karakter van uitzonderingselementen te ontnemen. Dit kan als volgt blijken.

Met een willekeurige rechte r van φ komt een R^3 van F^3 overeen. Deze ruimtekromme splitst zich in a_1 en een deze rechte in een

enkel punt P snijdende kegelsnede C^2, als r door het hoofdpunt A_1 gaat. En als r in φ den stralenbundel (A_1) doorloopt, verandert C^2 en beschrijft het snijpunt P de lijn a_1. Tusschen den stralenbundel (A_1) en de puntenreeks P op a_1 bestaat dus een projectief verband. Derhalve kan men aannemen, dat de punten P van a_1 eenwaardig afgebeeld zijn op de in φ in verschillende richting om A_1 oneindig dicht bij A_1 gelegen punten. Zoo komt dan met een *bepaald* punt van a_1 een bepaald punt van φ overeen, nl. een punt, dat in een *bepaalde* richting met A_1 is samengevallen.

Bovenstaande beschouwing nu, die zich bij elke birationeele verwantschap tusschen twee oppervlakken met betrekking tot elk „fundamentaalpunt" en zijn „fundamentaalkromme" herhaalt, stelt ons in staat onmiddellijk aan te geven, hoeveel punten twee op F^3 gelegen krommen, waarvan men de afbeeldingen kent, met elkaar gemeen hebben. Zijn de afbeeldingen krommen van de graden l en m, die l_i en m_i maal door A_i gaan en elkaar daar met n_i takken aanraken, dan zullen de overeenkomstige krommen van F^3 een aantal van $lm - \sum_1^6 l_i m_i$ punten gemeen hebben en liggen er n_i van deze op a_i.

Natuurlijk is in deze beschouwing het middel aangewezen om uit de bekende afbeeldingen der 27 op F^3 gelegen rechten af te leiden of twee van deze elkaar kruisen of snijden. Het moet echter aan den lezer worden overgelaten, deze beschouwing met behulp van eenvoudige figuren aan de bekende uitkomsten te toetsen.

— Voor de boekerij wordt aangeboden een afdruk eener verhandeling van de Heeren VAN BEMMELEN en KLOBBIE, overgenomen uit het: Journal für praktische Chemie.

— De Vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 25 Februari 1893.

Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Ingekomen zijn:

1°. eene missive van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (21 Februari 1893), behelzend dat er voor het jaar 1893 opnieuw eene som van *f* 500. — voor de Geologische Commissie wordt beschikbaar gesteld, en dat eerst tegen het einde dezes jaars nader overwogen kan worden, of de begrooting toelaat dit subsidie op het door de Afdeeling gevraagde bedrag van *f* 1000.— te brengen;

2°. een brief van het buitenlandsch Lid der Akademie, den Hoogleeraar CH. HERMITE te Parijs (13 Februari 1893), waarin dank

13

wordt gezegd voor de belangstelling, bij gelegenheid van de viering van zijn 70en geboortedag van de Afdeeling ondervonden;

3°. een brief van den Heer K. F. TEN SIETHOFF te Arnhem, als antwoord op de missive der Afdeeling van 7 Februari 1893.

Dierkunde. — De Heer WEBER houdt eene voordracht *„over den oorsprong der haren bij de Zoogdieren.*

De Heer WEBER begint zijne beschouwingen over den oorsprong der haren met een kort woord over de groote morphologische en physiologische beteekenis der haren voor de Zoogdieren. Omtrent hun oorsprong verkeeren wij nog geheel in het onzekere, slechts hypothesen bestaan hierover.

De eene hypothese tracht de haren af te leiden van schubben, zooals zij bij Repitiliën gevonden worden. Zij kan echter niet bogen op eene goede fundeering, voortvloeiende uit meer uitgebreid onderzoek. De andere hypothese, van MAURER afkomstig, zoekt den oorsprong der haren in gereduceerde zintuigheuvels, zooals zij bij Amphibiën voorkomen. Deze organen zijn, bij goede ontwikkeling, aan weerszijden van het lichaam in drie rijen gerangschikt. Bij Amphibiën evenwel, die overgaan tot een gedeeltelijk of algeheel leven op het land, wordt, bij achteruitgang der organen zelve, ook hun regelmatige rangschikking verbroken en maakt deze plaats voor eene groepeering in hoopjes, die echter altijd slechts op een zeer beperkt gedeelte der huid gevonden worden.

Spreker meent, dat wellicht van geheel anderen kant eenig licht in dit moeielijke, maar belangrijke vraagstuk zich komt openbaren. Hij had vroeger gelegenheid, den bouw en de ontwikkeling der schubben van Manis te onderzoeken en vond, dat deze werkelijk echte schubben zijn, overeenstemmende met de schubben der Reptiliën, ondergeschikte verschillen daargelaten, welke voortvloeien uit de verscheidenheid, die tusschen de Repitiliën- en Zoogdierenhuid als zoodanig bestaat.

Zijn de schubben der Manis-soorten werkelijk af te leiden van Reptiliënschubben, staan beide althans in genetisch verband, zoo was te verwachten, dat ook elders bij Zoogdieren ten minste resten van zulke schubben moesten voorkomen. Dat is dan ook het geval.

Spreker vond gelijksoortige schubben als bij Manis, in verschillende trappen van ontwikkeling — in progressieven, meest in regressieven zin — op den staart bij Miereneters, Buideldieren, bij Anomalurus, bij den bever, bij ratten en muizen.

De verscheidenheid der diersoorten, waar deze huidvormingen op-

treden, gaf aan spreker aanleiding tot het stellen der thesis, dat aan de oorspronkelijke Zoogdieren een schubkleed eigen was, zooals het thans slechts bij Reptiliën aangetroffen wordt. Hierbij moest het opvallen, dat de schubben bij de Zoogdieren voornamelijk slechts op den staart optreden. Wel is waar zijn zij bij Manis over het geheele naar het licht gekeerde oppervlak van het lichaam verspreid, wat volgens de nieuwste onderzoekingen van Römer en de Meijere ook bij Dasypodidae het geval is; ook treden schubben op de ledematen op, zoo bij muizen (Jentink), bij talrijke Rodentia, bij Dasypodidae, Marsupialia en vooral bij Insectivora (de Meijere) — maar de staart blijft de voorname plaats, waar bij vele Zoogdieren schubben voorkomen. Het ligt voor de hand daarop te wijzen, dat de staart, als een veeltijds betrekkelijk indifferent eindorgaan van den romp, primitievere toestanden van het integument kan bewaard hebben, eene opvatting, die later zal blijken ook voor de haarbedekking van den staart juist te zijn. Dit neemt niet weg, dat de hypothese van spreker hier haar zwakke zijde heeft.

De vraag moest dus rijzen: vindt men ook bij andere Zoogdieren, daargelaten de enkelen die reeds genoemd werden, op andere plaatsen van het lichaam aanduidingen van de vroegere aanwezigheid van schubben. De beantwoording dier vraag moest zich aansluiten aan de waarneming van spreker, dat op de schubben of op hare rudimenten haren steeds ontbreken, dat daarentegen de haren ter zijde, en voornamelijk achter de schubben geplaatst zijn. Spreker kwam hierdoor tot de conclusie, dat de rangschikking der haren afhankelijk is van de rangschikking der schubben.

Aangezien de schubben gewoonlijk imbricaat geplaatst zijn en primitievelijk zeker dien stand hadden, zoo zullen de daarachter staande haren dus alterneerende rijen of groepen vormen.

Hieruit vloeit een tweede vraag voort en wel deze: wat zal er gebeuren als de schubben verdwijnen; zullen de haren eene wijze van rangschikking blijven bewaren, alsof zij nog achter schubben stonden, of zullen zij niet meer in zulke regelmaat optreden? Vond men de regelmatige rangschikking bewaard, zoo mocht men omgekeerd daarin het bewijs zien voor de vroegere aanwezigheid van schubben ook op plaatsen en bij dieren, waar schubben thans ontbreken.

De beide vragen smelten dus ten slotte samen tot deze ééne: hebben de haren der Zoogdieren ook op onbeschubde deelen der huid eene zoodanige rangschikking alsof zij achter schubben stonden?

De uitgebreide litteratuur over haren geeft hieromtrent geen uitsluitsel.

Die vraag heeft de Heer J. C. H. de Meijere op het zoölogisch

Die vraag is niet enkel van theoretisch gewicht; er zijn ook eenige proeven genomen, waarbij men zich ten doel stelde, een invloed van de beweging der aarde op de lichtvoortplanting in kristallen op te sporen. MASCART [1]) heeft de interferentieverschijnselen bestudeerd, die in het gepolariseerde licht (en wel in convergeerend licht) bij evenwijdig aan de as gesneden platen kalkspaath worden waargenomen; hij maakte daarbij van zoo dikke platen gebruik dat met natriumlicht nog interferentiestrepen gezien werden, voor welke het phaseverschil 90000 golflengten bedroeg, maar de strepen verplaatsten zich niet het minst, indien eerst de richting der lichtstralen zoo goed mogelijk met de bewegingsrichting der aarde samenviel en vervolgens de geheele toestel 180° werd omgedraaid. Verder heeft KETTELER [2]) een paar proeven beschreven, waarbij het licht een stelsel van kalkspaathprisma's doorliep, of aan de zijvlakken daarvan inwendige terugkaatsingen onderging; van een invloed van de beweging der aarde op de richting der uittredende stralen was hierbij niets te bespeuren, ofschoon volgens eene voorloopig door KETTELER opgestelde, trouwens naderhand naar aanleiding van de proeven gewijzigde, formule bij omdraaien van den geheelen toestel de hoek, onder welken de stralen het laatste zijvlak verlieten, met ongeveer 40″ had moeten veranderen.

Ik heb thans de vroeger voor enkelbrekende lichamen opgestelde theorie tot kristallen uitgebreid. In die theorie was aangenomen dat de molekulen van ponderabele dielectrica verplaatsbare electrisch geladen deeltjes bevatten (gemakshalve was in elk molekuul slechts één zoodanig deeltje ondersteld) en dat elk deeltje, zoodra het uit zijn evenwichtsstand verplaatst is, daarheen teruggedreven wordt door eene kracht die van de overige bestanddeelen van het molekuul uitgaat en die evenredig is aan de verplaatsing. Verder werden de geladen deeltjes, evenals alle ponderabele stof, als volkomen doordringbaar voor den aether beschouwd. De wetten voor de lichtbeweging volgden uit twee stelsels van vergelijkingen; het eene stel bepaalt den toestand in den aether, zoodra de beweging der geladen deeltjes gegeven is, het andere leert de krachten kennen, die deze laatste, juist wegens den toestand van den aether, ondervinden. De bewegingsvergelijkingen konden ten slotte in een vorm gebracht

---

[1]) *Annales de l'École Normale*, 2e Série, T. I, p.p. 191—196. 1872.

[2]) KETTELER, *Astronomische Undulationstheorie*, p.p. 151—173. 1873.

worden, dien ik in de September-vergadering aangaf [1]), en waaraan 't mij vergund zij, hier te herinneren.

Stelt men door **D** en **E** twee vectoren voor, die in 't geval van rust samenvallen met de dielectrische verplaatsing en de electrische kracht en die men in 't algemeen met deze namen kan bestempelen, door **H** de magnetische kracht, door den vector p de snelheid der verschuiving, door V de snelheid van het licht in den aether en door n den absoluten brekingsindex van het medium, terwijl overigens aan de verschillende teekens de vroeger aangegeven beteekenis gehecht wordt, dan zijn de vergelijkingen

$$\left.\begin{aligned} \text{Div.}\,\mathbf{D} &= 0, \\ \text{Div.}\,\mathbf{H} &= 0, \\ \text{Rot.}\,\mathbf{E} &= -\dot{\mathbf{H}}, \\ \text{Rot.}\left[\mathbf{H} + \frac{1}{V^2}\,\text{Vect.}(\mathbf{E}p)\right] &= 4\pi\dot{\mathbf{D}}, \\ 4\pi V^2\mathbf{D} &= n^2\mathbf{E} + \text{Vect.}(\mathbf{H}p) \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (1)$$

Ten einde nu de vergelijkingen voor een anisotroop lichaam te verkrijgen heb ik ondersteld dat de bouw daarvan symmetrisch is ten opzichte van drie onderling loodrechte *hoofdrichtingen*, maar dat het met betrekking tot die richtingen ongelijke eigenschappen bezit; eene ongelijkheid, die kan voortvloeien uit de rangschikking der deeltjes, uit de structuur van elk molekuul, of uit beide oorzaken te gelijk. De anisotropie der molekulen zal ten gevolge hebben dat het verband tusschen de verplaatsing (x, y, z) van een electrisch geladen deeltje uit zijn evenwichtsstand, en de kracht (X, Y, Z) die de andere deelen van het molekuul er op uitoefenen, voor coordinaatassen, evenwijdig aan de hoofdrichtingen, wordt uitgedrukt door de vergelijkingen

$$X = -\mathfrak{f}_1 \mathrm{x}, \quad Y = -\mathfrak{f}_2 \mathrm{y}, \quad Z = -\mathfrak{f}_3 \mathrm{z},$$

waarin $\mathfrak{f}_1$, $\mathfrak{f}_2$ en $\mathfrak{f}_3$ *verschillende* coefficiënten zijn.

Het bleek nu dat van de vergelijkingen (1) alleen de laatste behoeft gewijzigd te worden; daarin moet nl., als men de coordinaatassen evenwijdig aan de hoofdrichtingen kiest, onder $\mathbf{E}_x$, $\mathbf{E}_y$, $\mathbf{E}_z$ de

[1]) Zittingsverslag, p. 28.

componenten van $\mathbf{E}$, en onder n_1, n_2, n_3 de hoofdbrekingsindices verstaat, de vector $n^2\mathbf{E}$ vervangen worden door een vector met de componenten

$$n_1^2\mathbf{E}_x, \quad n_2^2\mathbf{E}_y, \quad n_3^2\mathbf{E}_z.$$

Daar de aldus gewijzigde vergelijkingen, even als de formules (1), betrekking hebben op coordinaatassen die zich met de ponderabele stof verplaatsen kan men er, en hiervan zal in het vervólg alleen sprake zijn, de voortplanting van het licht *met betrekking tot die stof* uit afleiden en nagaan, hoe die gewijzigd wordt door de verschuiving met de snelheid p, of, zoo men wil, door de omstandigheid dat de aether met de snelheid $-p$ door de ponderabele stof heen gaat. In de eerste plaats kan men aldus behandelen de voortplanting van platte golven; is die bekend, dan kan de gedaante van het golfoppervlak worden gevonden en dit laatste bepaalt op gewone wijze de voortplantingssnelheid van de lichtstralen — welke snelheid, gelijk men weet, ook reeds in rustende stoffen van die der golven onderscheiden moet worden.

Het eenvoudigst is de uitkomst voor de lichtstralen. Beschouwt men nl. eene bepaalde richting in het kristal, die met de snelheid p een hoek ϑ maakt en stelt men voor een lichtstraal in die richting de snelheid voor door W_0 als het lichaam stilstaat en door W als het zich beweegt, eindelijk door n de verhouding $\frac{V}{W_0}$, dan is

$$W = W_0 - \frac{p}{n^2}\cos\vartheta, \qquad (2)$$

eene betrekking, die ook voor isotrope stoffen geldt.

Nu de gedaante van het golfoppervlak bekend is kan men door het beginsel van HUYGENS den loop der lichtstralen in alle gevallen van terugkaatsing en breking bepalen. Zij, bij eene lichtbeweging die zich in het kristal voortplant, S de stand van een golffront op zeker oogenblik. Construeert men dan rondom elk punt van S als middelpunt een golfoppervlak, beantwoordende aan een oneindig kleinen tijd dt, dan zal het omhullende oppervlak S' van al deze elementaire golven een nieuwe stand van het golffront zijn; op deze wijze kan men dit stap voor stap volgen. Zij verder P een punt van S, en P' het punt, waar S' de om P beschreven elementaire golf aanraakt; dergelijke punten kunnen geconjugeerde punten genoemd worden en een lichtstraal, d. w. z. eene lijn die de

richting van een smallen lichtbundel bepaalt, bestaat in de aaneenschakeling van lijntjes als PP', waarvan elk twee geconjugeerde punten verbindt.

Trekt men uit het punt P eene tweede rechte lijn, die S' in Q en de om P beschreven elementaire golf in R snijdt, en duidt men door W en W' de waarden van de uitdrukking (2) voor de richtingen PP' en PR aan, dan is, daar P' en R op het oppervlak der elementaire golf liggen,

$$\frac{PP'}{W} = \frac{PR}{W'},$$

dus, daar $PR < PQ$ is,

$$\frac{PP'}{W} < \frac{PQ}{W'}.$$

Bovendien is $\frac{PP'}{W}$ gelijk aan de overeenkomstige uitdrukking voor elke andere verbindingslijn van twee geconjugeerde punten op S en S'.

Uit het bovenstaande volgt deze stelling: Indien A en B twee punten in het kristal zijn, en ds een element is van eenige tusschen A en B getrokken lijn, dan is de van A naar B gaande lichtstraal die lijn, voor welke

$$\int \frac{ds}{W}$$

een minimum is. Blijkens (2) kan men hiervoor schrijven

$$\int \frac{ds}{W_0} + \frac{p}{V^2} \int \cos \vartheta \, ds \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

De laatste integraal is de projectie van de beschouwde lijn op eene lijn in de richting van p, en dus voor alle wegen tusschen A en B even groot. Derhalve moet voor den lichtstraal de eerste integraal een minimum zijn, waaruit volgt dat de loop van den straal dezelfde is, als wanneer de snelheid p niet bestond.

Het gegeven bewijs is van toepassing in het geval van terugkaatsing en breking, waardoor de uitkomst der proeven van KETTELER verklaard is.

Even gemakkelijk ziet men in dat de beweging der aarde geen

invloed kan hebben op de interferentieverschijnselen. Immers, de tweede term in (3) geeft de wijziging aan, die door de beweging der aarde gebracht wordt in den tijd dien 't licht noodig heeft om van *A* naar *B* te gaan. Zijn er twee stralen tusschen *A* en *B*, dan is die term voor beide even groot, zoowel wanneer zij verschillende wegen volgen, als wanneer zij langs denzelfden weg gaan, maar in trillingsrichting verschillen.

De Heer KAMERLINGH ONNES doet namens Dr. ZEEMAN eene mededeeling *„over een lichtverschijnsel in het oog".*

Bij het verrichten van metingen met den compensator van BABINET, ziet men in 't gezichtsveld van den analysator-kijker, als de analysator-nicol niet op uitdooving is gesteld, alleen een verticale streep in 't midden van 't gezichtsveld sterk verlicht. Het overige deel van het veld is donker. Het licht, dat dan in 't oog wordt opgevangen is rechtlijnig gepolariseerd. Onder de genoemde omstandigheden met monochromatisch geel licht werkende, merkte Dr. ZEEMAN bij zijne proeven over het verschijnsel van Kerr een optisch verschijnsel op, waarvan de oorzaak in het oog is te zoeken. Daar het in de physiologie niet of weinig bekend schijnt, volgt hier eene beschrijving er van.

Vooraf zij echter opgemerkt, dat de zooeven vermelde samengestelde toestel, waarmede het verschijnsel het eerst werd gevonden, niet noodig is om dit waar te nemen. Het licht behoeft niet gepolariseerd te zijn; vereischt wordt alleen een helder, liefst monochromatisch-geel verlichte spleet, met genoegzaam donkere omgeving. Indien men nu, bij waarneming door een kijker, het oog plotseling voor het oculair brengt, of wel, terwijl het oog voor het oculair gebracht is, plotseling licht laat toetreden, of ook met het ongewapend oog plotseling de spleet beschouwt, ziet men, vooral gedurende de eerste oogenblikken, behalve de helder verlichte spleet, een peervormig gebogen blauwviolette lichtlijn, waarvan de as loodrecht staat op het midden der spleet. Met het rechter oog gezien, is het puntige deel der lichtlijn naar rechts afgewend en valt de bolle zijde iets over de verlichte spleet naar links. Bij waarneming met het linker oog ziet men de symmetrische figuur ten opzichte van de middellijn van de spleet en bij waarneming met beide oogen kan men beide figuren gelijktijdig zien. Het door de lichtlijn omgrensde veld is in den regel donker. Merkwaardig is het, dat niet alleen bij gebruik van geel licht, maar bij alle spectraalkleuren de violette lijn te zien is. Dr. ZEEMAN heeft b.v. bij elke der 3 waterstoflijnen afzonderlijk, zoo noodig bij ge-

noegzame verwijding der spleet, in een gewonen handspectroscoop van DESAGA, het verschijnsel kunnen waarnemen. Voor rood gaat dit gemakkelijk, voor de andere lijnen zeer moeilijk. Bij geel of wit licht kost de waarneming van het verschijnsel niet de minste moeite. Ja het gelukt zelfs, wanneer men tusschen de beide, zoo ver mogelijk en als scherm vooruitgestoken handen een spleet vormt, en naar eene gewone gaslamp in genoegzaam donkere omgeving ziet, het verschijnsel, al is het dan ook niet zoo duidelijk, waar te nemen.

— De Heer ENGELMANN is van meening, dat de fluorescentie van het netvlies hier in het spel zou kunnen zijn, indien de kleur van het verschijnsel onafhankelijk van de kleur van het opwekkend licht, en daarbij niet zuiver blauw of violet, maar grijsachtig ware. Ook wijst hij op het verschil in bouw van het netvlies aan den binnen- en buitenkant van de gele vlek, die in verband staat met een verschil in prikkelbaarheid, dat door den spreker vroeger, bij spectrophotometrische onderzoekingen werd waargenomen.

De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. P. ZEEMAN voor de boekerij aan diens dissertatie: „*Metingen over het verschijnsel van Kerr bij polaire terugkaatsing op ijzer, kobalt en nikkel, in 't bijzonder over Sissingh's magneto optisch phasenverschil*, welke metingen in het Laboratorium te Leiden zijn verricht.

Aan het omtrent deze proeven in de zittingen van 25 Juni '92 en 29 October '92 [1]) reeds medegedeelde, voegt hij het volgende toe.

Een nauwkeuriger onderzoek omtrent de door Dr. ZEEMAN gevonden [2]) dispersie van SISSINGH's phase, S, deed voor Kobalt vinden:

bij rood licht (golflengte	0,618)	S = 45° 32′
blauw	0,460	S = 50° 51′

De dispersie is tegengesteld aan die, welke gevonden zou worden wanneer de SISSINGH'sche phase volgens DRUDE's theorie berekend mocht worden. Het SISSINGH's phasenverschil is volgens ZEEMAN's

---

[1]) In het Zittingsverslag van 29 Oct. is abusievelijk, door het overnemen van eene drukfout, 80° opgegeven voor de waarde, die de SISSINGH'sche phase volgens DRUDE's theorie bij Kobalt zou moeten hebben. Dit moet zijn 60°.

[2]) Zie Zitting 25 Juni 1892.

metingen grooter voor blauw dan voor rood licht, terwijl DRUDE's theorie 't omgekeerde vordert. Uit GOLDHAMMER's theorie is omtrent deze dispersie niets af te leiden. Daar de numerieke waarde van SISSINGH's phase bij nikkel voor den strijd tusschen GOLDHAMMER en DRUDE van groot belang is, wordt in het natuurkundig laboratorium te Leiden eene zeer nauwkeurige bepaling ervan ter hand genomen.

De door Dr. ZEEMAN gevonden waarde S voor nikkel = 31° 10' [1]) is slechts eene voorloopige.

De Heer KAMERLINGH ONNES biedt namens Dr. E C. DE VRIES voor de boekerij aan diens dissertatie: „*Metingen over den invloed van de temperatuur op de capillaire stijghoogte bij aether, tusschen den kritischen toestand en het kookpunt van aethyleen*, welke metingen in het Laboratorium te Leiden zijn verricht.

Neemt men de wet der overeenstemmende toestanden in aanmerking en noemt men de gereduceerde temperaturen van V. D. WAALS θ, zoo geven deze waarnemingen bij benadering het verloop der oppervlakte-spanning bij alle stoffen tusschen $\theta = 0{,}366$ en $\theta = 0{,}9772$. De metingen der stijghoogten zijn verricht met behulp van toegesmolten dikwandige buizen, welke in het luchtledig gevuld werden met zulk eene hoeveelheid aether, dat bij de kritische temperatuur het verdwijnen van den meniscus nagenoeg in het midden der buis kon worden waargenomen. In de toegesmolten buis bevindt zich eene dunwandige capillair, waarin men de opstijging meet. Zij wordt door insnoeringen in de dikwandige wijdere buis in centralen stand gehouden. De capillair steunt op een schuinen wand, zoodat zij van onder niet wordt afgesloten. De dikwandige buizen, waaraan eerst verscheiden hulptoestellen zijn vastgesmolten, met de daarin bevatte capillair, worden met de uiterste zorg gereinigd. Zij worden daartoe herhaaldelijk uitgespoeld en uitgekookt met verschillende vloeistoffen, die met de uiterste zorg in daartoe vervaardigde toestellen stofvrij gemaakt zijn en slechts door zeer fijne ingesmolten capillairen in de te gebruiken buis met aangesmolten hulpbuizen kunnen doordringen. De verkregen reinheid der glaswanden was zoo groot, dat door de kookvertraging, die water en alcohol ondervonden, meer

---

[1]) Zie Zitting 25 Juni 1892.

buizen sprongen bij te sterke verhitting van het water, dan bij het uitkoken met geconcentreerd zwavelzuur.

Het gevolg van al de zorgen, aan de reinheid der glaswanden en aan het bevrijden van den aether van elk (ook gasvormig) bijmengsel besteed, was een volkomen onveranderlijkheid der capillaire opstijging binnen deze buis, zelfs na herhaalde verwarming en na nog maanden, evenals Eötvös bij zijne methode de onveranderlijkheid der capillaire constanten door afsluiting in het luchtledig heeft verkregen. De proefbuis werd geplaatst in eene wijdere met salicylzuur methyl en deze opgehangen in een dampbad, dat door de dampen van aethylalcohol, amylalcohol, tereben of aniline werd verwarmd, of wel in een vloeistofbad, of eindelijk in een kooktoestel voor vloeibaar aethyleen. Aan het behouden van eene standvastige temperatuur, gedurende zeer langen tijd, werd de uiterste zorg besteed, omdat zich anders licht vloeistofdruppels in de capillaire buis verzamelen of wel dampbellen zich vormen, waardoor elke waarneming onmogelijk wordt.

De inrichtingen voor het behoud van eene constante temperatuur geven tevens gelegenheid om de capillair zoodanig verlicht te zien, dat zij in eene lichtlijn van het gezichtsveld stond, daar anders de fijne meniscus niet goed te zien is. De inrichting van de waarneming bij hoogere temperaturen wordt in de dissertatie beschreven; over die van de waarneming in het bij —102° kokende aethyleen zal ik verlof vragen eene latere mededeeling aan uwe Afdeeling te doen.

Daar de capillaire buis geplaatst is in eene wijdere buis, die zelve eene capill. opstijging zou geven, dient aan de stijghoogte eene correctie te worden aangebracht, voor welke echter slechts eene benaderde waarde kon worden opgegeven.

De uitkomsten der zoo goed mogelijk gecorrigeerde metingen zijn:

$\rho_v - \rho_d$	temperatuur	gereduceerde temper. van v. d. Waals	stijghoogte (relatief)	oppervlakte arbeid (relatief)
0	193°.6	1	**0**	0
1.61	182.92	0.9772	**2.81**	4.52
2.38	159.31	0.9265	**8.59**	2[illegible].45
2.96	125.58	0.8542	**16.09**	47.54
3.505	71.8	0.754	**26.10**	91.48
3.965	19.56	0.627	**38.44**	152.41
4.57	—102°.	0.366	**63.69**	291.07

Voor —100° tot bij +160° wordt de stijghoogte, *h*, nagenoeg voorgesteld als lineaire functie van de temperatuur volgens

$$h = 1 - 0{,}004960\ t$$

wanneer men die bij 0° gelijk 1 stelt, terwijl de graphische voorstelling van h als functie van de temperatuur dicht bij de krit. temp. duidelijk op logarithmische wijze eindigt. De wand der buizen werd bij alle temperaturen bevochtigd gevonden, in strijd met de opgaven van RAMSAY. Door gebruik te maken van RAMSAY en JOUNG's opgaven over dichtheid van vloeistof ϱ_v en damp ϱ_d boven 0° (deze vonden voor de krit. temp. eveneens 193°, 8, hetgeen eene bijzonder goede overeenstemming is) en van eene uit de formule van PIERRE en eene dichtheidsbepaling, door Dr. KUENEN bij —71°,5 verricht opgemaakte interpolatieformule:

$$\frac{\varrho^{\circ}}{\varrho} = 1 + 15172 \times 10^{-7}\ t + 22{,}55 \times 10^{-7}\ t^2 + 0{,}2119 \times 10^{-7}\ t^3 + 0{,}00470 \times 10^{-7}\ t^4$$

om door extrapolatie de dichtheid bij —102° te vinden, kan men dus de relatieve waarde van de oppervlakte-arbeid H berekenen. Deze is in de laatste kolom opgenomen. De formule van EÔTVÖS, Wied. Ann. 27, stemt niet met deze uitkomsten overeen. Uit de opgave in zijne verhandeling kan men de relatieve waarde der oppervlaktespanningen van aether bij 120°, 62°, 0° berekenen, die door hem volgens eene andere, van den randhoek onafhankelijke methode zijn waargenomen. Wanneer het bij volledige afwezigheid van eenige vermelding omtrent dichtheid van damp ϱ_d en vloeistof ϱ_v, en van de wijze waarop de invloed van den damp in rekening is gebracht, geoorloofd mocht zijn, die oppervlaktespanning alsnog met $\varrho_v - \varrho_d$ te vermenigvuldigen, zouden zijne metingen daardoor meer tot die van Dr. DE VRIES naderen. Wanneer men H graphisch voorstelt als functie van θ, blijkt deze lijn in de nabijheid der krit. temp. de bolle zijde zoo naar de T as te keeren, dat eene regelmatige voortzetting van dit beloop haar rakende aan de T as zou kunnen doen eindigen. Ongetwijfeld is de kennis van het juist beloop in dit gedeelte voor theoretische beschouwingen van groot gewicht. Met het onderzoek daarvan is een aanvang gemaakt.

— De Heer VAN DER WAALS merkt, naar aanleiding van het door den Heer KAMERLINGH ONNES medegedeelde onderzoek van Dr. DE VRIES op, dat hij gezocht heeft in hoe verre de door hem reeds in 1888 gegeven theorie der capillariteit in overeenstemming is met de resultaten van dit onderzoek.

Deze theorie is, in tegenstelling met die van LA PLACE en GAUSS, een thermodynamische. Dit laatste heeft zij echter met de theorie van GIBBS gemeen. Zij verschilt echter ook van de laatste, doordat zij in de grenslaag continuen overgang van de vloeistof-dichtheid tot de dichtheid van den damp onderstelt.

De wet der dichtheidsveranderingen in de grenslaag wordt uitgedrukt door de formule

$$c \frac{d^2\varrho}{dh^2} = \mu - \mu_1$$

als ϱ de dichtheid en μ de thermodynamische potentiaal is, die bij eene homogene phase van de dichtheid ϱ behoort. De grootheid c is (zie Verslagen en Med. 5de deel 2de stuk pag. 172) niet de LA PLACE'sche coëfficient, die gewoonlijk in de theorie der capillariteit optreedt, maar van een orde die een afmeting lager is. Ofschoon daardoor de schijn ontstaat, dat continue overgang een waarde voor de capillaire constante zal opleveren, die veel malen te klein is, blijkt echter dat dit niet in werkelijkheid het geval is — en wel doordat in de waarde van deze grootheid niet c zelve maar $\sqrt{c}$ als factor voorkomt.

De waarde voor H (capill. constante) wordt in deze theorie:

$$H = \sqrt{\frac{c}{2}} \int_{\rho d}^{\rho vl} d\varrho \sqrt{\left\{ p_1 - \mu_1 \varrho - a\varrho^2 - RT\varrho \log\left(\frac{1}{\varrho} - b\right) \right\}}$$

De onder het wortelteeken voorkomende grootheid p_1 is de druk waaronder damp en vloeistof staat, μ_1 is isotherm. pot. voor damp of vloeistof en a en b zijn de constanten der isotherme.

Het bleek uitvoerbaar de waarde der integraal voor H in de nabijheid der kritische temperatuur bij benadering te vinden. — Zij kan daar voorgesteld worden door

$$H = K\ (\varrho_{vl} - \varrho_d)^3$$

Dit in verband met de wijze van afhankelijkheid van de dichtheden met de temperatuur, levert

$$H = K' \left(1 - \frac{T}{T_k}\right)^{3/2}$$

De oudere theorieën, die tot een waarde

$$H = K'' (\varrho_{vl} - \varrho_d)^2$$

voeren, zouden dan opleveren

$$H = K''' \left(1 - \frac{T}{T_k}\right)$$

Nu is het resultaat der proeven, ofschoon niet geheel sluitende met

$$K\left(1 - \frac{T}{T_k}\right)^{3/2}$$

in tegenspraak met de uitkomst der oudere theorieën. Tracht men uit de waarnemingen de waarde van den exponent te berekenen, dan vindt men op eenigen afstand van de kritische temperatuur daarvoor 1,23. Maar de waarden stijgen naarmate men T_k nadert en schijnen de stelling te bevestigen, dat de limietwaarde gelijk $^3/_2$ mag gesteld worden.

Scheikunde. — De Heer VAN BEMMELEN spreekt, naar aanleiding van proeven van den Heer W. STORTENBEKER, *over de kleurveranderingen in de oplossing van chloorkobalt.*

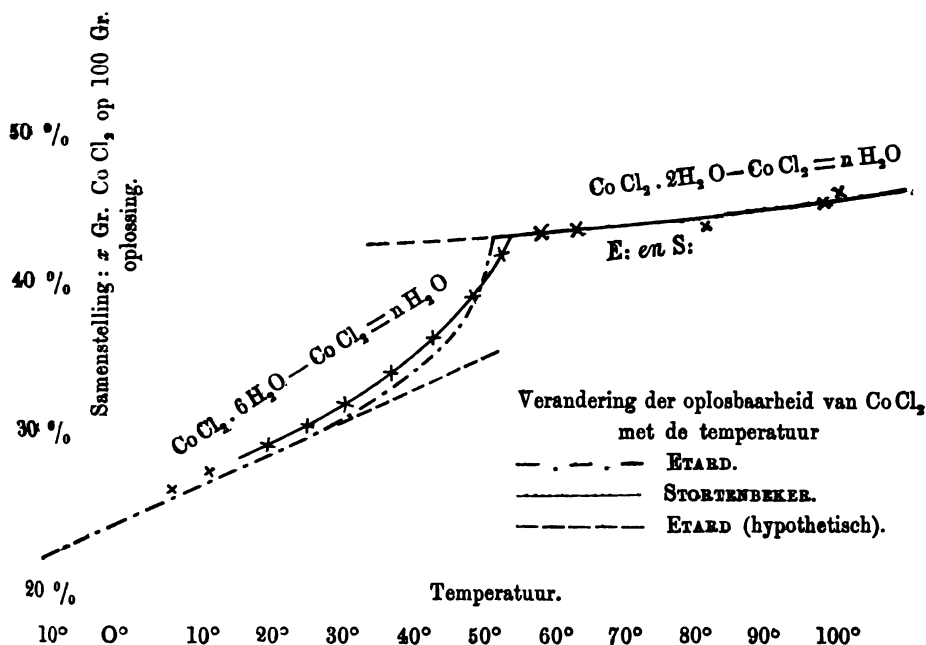
De kleursveranderingen, die de oplossingen van $Co\,Cl_2$ ondergaan, wanneer zij worden geconcentreerd, of verwarmd, of wel met $H\,Cl$ of met Alcohol, of met andere zouten bedeeld, zijn door verschillende waarnemers op verschillende wijze verklaard. Sommigen willen de kleuren toeschrijven aan den hydraattoestand waarin het $Co\,Cl_2$ in de oplossing verkeert, (bekend zijn in vasten toestand het roode zout met 6 en het blauwe met 2 H_2O), anderen aan het ontstaan van dubbelverbindingen, anderen aan de meerdere of mindere splitsing in ionen.

De Heer STORTENBEKER heeft een vernieuwd onderzoek ter hand genomen, en heeft in de eerste plaats de samenstelling der oplossingen nevens de twee bekende hydraten nagespoord.

Uit de onderzoekingen van ETARD over de oplosbaarheid en van CHARPY over de dampspanning der oplossingen zou volgen, dat *nevens* en *in* de oplossing zouden bestaan: beneden 25^0 het hydraat

met 6 H_2O, van 25°—50° een mengsel van $CoCl_2$. 6 H_2O en $CoCl_2$ 2 H_2O, en boven 50° alleen $CoCl_2$. 2 H_2O. Deze uitkomsten zijn ten eenen male in strijd met de leer van het heterogene evenwicht, zooals die door Dr. BAKHUIS ROOZEBOOM (ook uit zijne onderzoekingen van zouthydraten met hunne oplossingen) is ontwikkeld en proefondervindelijk bevestigd.

De Heer S. heeft de oplosbaarheidsbepalingen herhaald, en, wat de hoeveelheden van het opgeloste $CoCl_2$ betreft, met ETARD tamelijk overeenstemmende cijfers verkregen. Maar in tegenstelling met ETARD bleek het, dat beneden 52° nevens de oplossing alleen $CoCl_2$ 6 H_2O, boven 52° alleen $CoCl_2$. 2 H_2O bestaan kan. Deze uitkomst stemt geheel met de theorie overeen. De oplosbaarheidslijnen hebben onderstaanden vorm. Bij 52° snijden zij elkander; alleen bij die Temperatuur kunnen beide hydraten te zamen nevens de oplossing bestaan (Quadrupelpunt).



Dat beneden 52° het hydraat met 6 H_2O en boven 52° dat met 2 H_2O nevens de oplossing bestaat, werd door analysen bevestigd.

De meening, dat het hydraat met 6 H_2O in de roode, en met 2 H_2O in de blauwe oplossingen zou aanwezig zijn, is reeds daarom verwerpelijk, wijl het weder even als bij andere zouthydraten blijkt, dat eene en dezelfde oplossing bij 52° beide zouten kan afzetten. In verband daarmede is het opmerkelijk, dat de Heer S. waarnam,

dat de verzadigde opl. reeds tusschen 25° en 45° allengs van kleur verandert, wanneer zij nog met $Co Cl_2$ 6 H_2O in aanraking is, en nog 14—11 mol. H_2O op één mol. $Co Cl_2$ bevat. Kan het bestaan van hydraten in oplossingen niet geheel geloochend worden, of liever: kunnen molecuulaggregaten van $Co Cl_2$ en H_2O op het verkleuringsverschijnsel van invloed zijn, zoo mag toch de verklaring van het verschijnsel niet in het bestaan van opgeloste chemische verbindingen (hydraten en dubbelzouten), overeenkomende met die in vasten toestand, gezocht worden. Het onderzoek naar den toestand der molekulen *in oplossing* is aangewezen.

Met het oog alzoo op de hypothese van OSTWALD, dat in de oplossingen de Cobalt-ionen de roode kleur veroorzaken, en dus waarschijnlijk de niet geioniseerde moleculen de blauwe kleur, onderzocht de Heer S. het elektrisch geleidingsvermogen der oplossingen. Hij bevond dat dit weinig verschilt van het geleidingsvermogen van analoge chloruren (zoo als $Zn Cl_2$), zoowel wat de volstrekte waarden, als wat de temperatuurcoefficienten aangaat, zoodat in geen geval van eene plotselinge verandering van den ionisatietoestand bij zekere concentratien of temperaturen sprake kan zijn. De uitkomsten geven dus waarschijnlijkheid aan de meening dat de kleursverandering aan geleidelijke vermindering der ionisatie mag toegeschreven worden, die plaats vindt: hetzij door temperatuursverhooging, hetzij door toevoeging van $H Cl$ of chloruren welke het aantal Cl ionen doen toenemen, hetzij door alcohol; alle welke oorzaken de ionisatie kunnen doen teruggaan.

ENGEL heeft waargenomen dat $Zn Cl_2$ en andere chloruren de opl. niet blauw kleuren, hetgeen $Ca Cl_2$ en $Li Cl$ wel doen, en dat $Zn Cl_2$ integendeel de door $H Cl$ blauw gekleurde oplossingen weder rood maakt. Hij verklaart zulks door aan te nemen, dat $Zn Cl_2$ het zoutzuur aan de oplossing onttrekt, maar de andere chloruren zulks niet doen. Deze verschijnselen vereischen een nader onderzoek, om uit te maken in hoeverre deze beschouwing juist is en de feiten met de hypothese van OSTWALD in overeenstemming kunnen gebracht worden, bijv. door die dubbelzoutvorming in de opl. aan te nemen — waarvoor reeds RUSSELLS waarnemingen pleiten. Reeds heeft de Heer S. een verschil gevonden in het gedrag der oplossingen dezer dubbelzouten bij verschillende concentratie ten opzichte van het uitkristalliseeren. De roode opl. van het Zinkdubbelzout zet eerst bij sterkere concentratie *steenroode* kristallen af, welke volgens analyse aan de formule $Co Cl_2$ $Zn Cl_2$ 6 H_2O beantwoorden (dit zout was door RUSSELL terloops vermeld geworden); daarentegen leveren de slappere opl. der dubbelzouten van $Ca Cl_2$ en $Li Cl$ bij bekoeling

kristallen van $CoCl_2$ 6 H_2O en eerst de sterkere opl. leveren *blauwe* kristallen van het dubbelzout. De Heer S. is voornemens het al of niet bestaan van deze en andere dubbelzouten in oplossing, in verband met de kleur der oplossingen, door de bepaling van de overgangssnelheid der ionen te onderzoeken.

Aardkunde. — De Heer VAN BEMMELEN biedt uit naam van de Geologische Commissie eene verhandeling aan van Dr. J. LORIÉ, getiteld: „*Grondboringen te Assen*".

Physiologie. — De Heer ENGELMANN biedt voor de werken der Afdeeling aan een onderzoek van Dr. H. J. HAMBURGER „*over de Lymph*". De Heeren PEKELHARING en PLACE verklaren zich bereid, daarover verslag uit te brengen in de Maartvergadering.

— De Heer ZAAIJER biedt voor de boekerij eene door hem geschreven brochure aan: „Over eene uitgebreide verscheuring der hersenen zonder fractuur der schedelbeenderen."

— De Vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 25 Maart 1893.



Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. een brief van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (22 Maart 1893), waarin de ontvangst bericht wordt van 80 exemplaren van het Limnoria-Rapport, den Minister kosteloos aangeboden, en aan het Bestuur der Afdeeling wordt opgedragen, de Limnoria Commissie uit haar midden den dank des Ministers over te brengen voor de door haar aan het Rapport bestede zorgen;

2°. eene circulaire van den Hoogleeraar DU BOIS REYMOND te Berlijn (13 Februari 1893), buitenlandsch Lid der Akademie, waarin dank wordt gezegd voor de belangstelling, hem bij zijn 50-jarig Doctor-jubileum door de Afdeeling bewezen;

3°. een schrijven van Dr. JULIUS HANN, Directeur van het Oostenrijksch Centraal-Instituut voor Meterologie en Aardmagnetismus

te Weenen, waarin der Afdeeling dank wordt betuigd voor haar besluit, hem met de eerste Buys-Ballot-medaille te begiftigen;

4°. een brief van den Minister van Binnenlandsche Zaken, ter begeleiding van eenige programma's, betrekking hebbende op de tentoonstelling te Chicago;

5°. een exemplaar van het programma van prijsvragen voor het jaar 1894, uitgeschreven door de Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux- Arts de Belgique.

Physiologie. — De Heeren PEKELHARING en PLACE brengen verslag uit over de verhandeling van den Heer Dr. H. J. HAMBURGER, Leeraar aan de Veeartsenijschool te Utrecht: „*Onderzoekingen over de Lymph.*" Het verslag luidt als volgt:

De door Dr. HAMBURGER aangeboden verhandeling behelst de uitkomsten van een onderzoek, dat ingesteld werd ter voorbereiding voor andere nasporingen. Deze uitkomsten zijn intusschen op zich zelven reeds de mededeeling ruimschoots waard.

Vroeger heeft de Heer HAMBURGER aangetoond dat bij het inspuiten van zoutoplossingen, hyperisotonische zoowel als hypisotonische, in het bloed, door een wisselwerking van de bloedlichaampjes en het bloedplasma, de verstoring van het wateraantrekkend vermogen binnen zeer korten tijd wordt opgeheven. Eerst daarna wordt de samenstelling van het bloed weder normaal. Het doel dat de schrijver zich bij de nu begonnen onderzoekingen voorstelt is, de beteekenis te leeren kennen van de afscheiding van lymph voor het verwijderen van water en zout uit het, door de inspuiting, van samenstelling veranderde bloed.

Om daartoe over te kunnen gaan, moest eerst een methode gevonden worden die het mogelijk maakte de afscheiding van lymph onder zooveel mogelijk normale omstandigheden te bestudeeren. Verreweg de meeste onderzoekingen op dit gebied zijn gedaan bij honden, en bij deze dieren gaan die proeven onvermijdelijk vergezeld van zoovele het normale leven storende omstandigheden, dat daarbij het doel, door den Heer HAMBURGER beoogd, moeilijk bereikt zou kunnen worden.

De schrijver was in de gelegenheid het paard als proefdier te gebruiken.

In bijzonderheden wordt medegedeeld hoe bij een paard een buisje bevestigd kan worden in een groot lymphvat aan den hals. Het dier wordt door deze kunstbewerking weinig gehinderd, en de dagen achtereen in ruime hoeveelheid afdruppelende lymph kan gemakkelijk, zonder verlies, opgevangen worden.

Vooreerst bleek nu, hetgeen ook bij andere dieren gevonden is, dat de hoeveelheid der afvloeiende lymph, van het oogenblik waarop het buisje ingebracht werd af, allengs, hoewel langzaam, afnam. Ook in het gehalte aan vaste stof, aan chloor en aan alkali, en in het wateraantrekkend vermogen, was een voortgaande daling waar te nemen, die elken nacht door een geringe stijging werd afgebroken. Verder toonden de in deze verhandeling medegedeelde proeven — en vooral daarom heeft dit onderzoek waarde op zich zelf, afgezien van de gegevens die het oplevert om bij verdere onderzoekingen op voort te bouwen — de onhoudbaarheid aan van de meening, als zoude de lymph door filtratie uit de bloedvaten afgescheiden worden.

De afscheiding van lymph uit het halsvat werd sterk vermeerderd gevonden niet alleen bij het kauwen, maar ook bij het verrichten van arbeid door de spieren van romp en extremiteiten, terwijl in het weede geval de drukking van het bloed in de vaten die de lymph oor het halsvat leveren, niet vermeerderd, maar eer verminderd is.

Bovendien vond Dr. HAMBURGER in de lymph, die tijdens den arbeid van de kauwspieren of van andere spieren werd afgescheiden, het gehalte aan vaste stof kleiner, en het gehalte aan chloor en aan alkali en het wateraantrekkend vermogen grooter dan in de gedurende een periode van rust afvloeiende lymph, terwijl het bloed van de vena jugularis bij arbeid van de kauwspieren een vermeerdering van het gehalte aan vaste stof en alkali, en een vermindering van het chloorgehalte vertoonde, maar bij arbeid van andere spieren uist omgekeerd: een kleiner gehalte aan vaste stof en alkali en een grooter gehalte aan chloor.

Bij stuwing van het bloed in de vena jugularis neemt ook de uitvloeiing van de lymph toe, maar zij wordt dan armer aan vaste stof en alkali, en rijker aan chloor, terwijl het opgestuwde bloed zelf uist verandering van samenstelling in tegengestelden zin vertoont.

Dat ook de bij ongehinderden bloedstroom en rust der spieren afgescheiden lymph niet als een filtraat, maar, in den zin van Heidenhain, als een waar secreet moet worden opgevat, bleek uit de vergelijking van de osmotische spanning van de lymph en van het terzelfder tijd opgevangen bloed van hetzelfde dier. Het wateraantrekkend vermogen, en, in overeenstemming daarmede, het gehalte aan chloor en alkali, werd bij de lymph aanzienlijk hooger gevonden dan bij het bloedserum.

Nadat nog enkele bezwaren die men tegen de door den Heer HAMBURGER uit zijn proeven afgeleide gevolgtrekkingen zou kunnen opwerpen, besproken en uit den weg geruimd zijn, en de aandacht gevestigd is op verschillende, voor een deel reeds bekende, verschijn-

selen die met de door den schrijver verdedigde opvatting in overeenstemming zijn, worden ten slotte de uitkomsten van het onderzoek in een zestal punten samengevat.

De ondergeteekenden aarzelen niet aan de Akademie voor te stellen, deze verhandeling van Dr. HAMBURGER in haar werken op te nemen.

Aldus wordt besloten.

Physiologie. — De Heer PEKELHARING houdt eene voordracht *„Over Kühne's pepton."*

Op het voetspoor van KÜHNE en zijn leerlingen is men in de laatste jaren gewoon met den naam van pepton een stof te bestempelen, die uit haar oplossing in water niet door ammoniumsulfaat wordt neergeslagen, en daardoor gescheiden kan worden van andere digestieproducten, albumosen genaamd, die door verzadiging van de oplossing met ammoniumsulfaat wel gepraecipiteerd worden.

Hetgeen vroeger pepton genoemd werd, bestond voor een groot deel uit hetgeen nu albumosen heeten. Het viel intusschen reeds bij de eerste onderzoekingen daaromtrent in het oog, dat uit oplossingen, verkregen door digestie van eiwit, producten verkregen konden worden die onderling, bij veel overeenstemming, toch ook verschillen vertoonden. Men onderscheidde daarom een aantal soorten van pepton van elkander, die door verschillende middelen uit de oplossingen neergeslagen konden worden.

Door ADAMKIEWICZ [1]) werd er op gewezen dat de stof, die door een kort durende werking van maagsap op eiwit ontstaat, bij kamertemperatuur door de meest verschillende middelen die eiwit neerslaan gepraecipiteerd wordt, maar bij hoogere temperatuur weer oplost, en zich juist daardoor van het gewone eiwit onderscheidt. Aan deze stof bleef hij den naam van pepton geven, terwijl hij de veel moeilijker te praecipiteeren stoffen, die bij langdurige werking van maagsap op eiwit ontstaan, als ontledingsproducten beschouwde, die bij de digestie van eiwit in de normale, levende maag niet of nauwelijks in aanmerking komen.

Terwijl aanvankelijk door sommige onderzoekers de meening werd uitgesproken dat de door ADAMKIEWICZ pepton genoemde stof met onverteerd eitwit verontreinigd zou zijn, werd door SCHMIDT-MÜLHEIM [2]) medegedeeld dat in het begin van de digestie van eiwit

---

[1]) Die Natur und der Nährwerth des Peptons, Berlin 1877.

[2]) DU BOIS-REYMOND's Archiv f. Physiol. 1880, S. 33.

door maagsap een stof gevormd wordt, die bij gewone temperatuur o. a. door salpeterzuur wordt neergeslagen, maar bij verhitting weer oplost, en dus niet als gewoon eiwit beschouwd mag worden. Hij vatte echter, in tegenstelling met ADAMKIEWICZ, deze stof niet op als pepton, maar als een overgangsproduct tusschen eiwit en pepton, en noemde haar propepton. Wanneer de digestievloeistof met ferriacetaat werd gekookt, bleef, volgens dezen onderzoeker, het ware pepton opgelost, terwijl het propepton volkomen werd neergeslagen. Spoedig daarna merkte SALKOWSKI op [1]), dat aan de door SCHMIDT-MÜLHEIM beschreven en door hem zelven nader onderzochte stof geen nieuwe naam gegeven behoefde te worden, omdat KÜHNE haar reeds met den naam van hemialbumose bestempeld had. Intusschen was ik tot de overtuiging gekomen [2]) dat men niet met ADAMKIEWICZ, wiens resultaten ik overigens kon bevestigen, behoefde aan te nemen dat de zoo moeilijk te praecipiteeren stoffen, die bij langdurige digestie van eiwit ontstaan, als enkel ontledingsproducten beschouwd moesten worden. Ik vond dat bij langdurige digestie het eerst gevormde product niet verdween, maar dat daarnaast al spoedig stoffen gevormd werden, die de praecipitatie van het pepton van ADAMKIEWICZ bemoeielijkten, en, ten minste gedeeltelijk, daarvan te scheiden waren door gefractioneerde praecipitatie met alkohol en door dialyse. Wanneer een peptonoplossing, die niet of nauwelijks troebel gemaakt werd door azijnzuur en keukenzout of door azijnzuur en geel bloedloogzout, aan dialyse werd onderworpen, en daarna door uitdampen weer tot haar aanvankelijk volumen werd teruggebracht, dan werd zij door de genoemde middelen wel neergeslagen. Wanneer echter het diffusaat met de gedialyseerde oplossing vermengd werd, dan was de vloeistof, tot de oorspronkelijke concentratie teruggebracht, weer even moeilijk te praecipiteeren als te voren. Ik achtte mij dus gerechtigd, tegenover SCHMIDT-MÜLHEIM en SALKOWSKI, van meening te blijven dat de stof, die deze onderzoekers propepton of hemialbumine noemden, in hun pepton geenszins ontbrak, waar daaruit slechts, ten gevolge van de aanwezigheid van bijmengselen, met de door hen gebruikte middelen niet te praecipiteeren was.

Deze meening is door de onderzoekingen van KÜHNE en zijn leerlingen volkomen bevestigd. Nadat HEYNSIUS de aandacht gevestigd had op het vermogen van ammoniumsulfaat om allerlei eiwitachtige stoffen volkomen neer te slaan, vond WENZ dat door middel

---

1) VIRCHOW's Archiv, Bd. LXXXI, S. 552.

2) Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1880, p. 65 en PFLÜGER's Archiv, Bd. XXII, S. 185, Bd. XXVI, S. 515.

van dit zout nog albuminose aangetoond kon worden in pepton, dat tot dusver vrij daarvan geacht was. Herhaaldelijk heeft KÜHNE er dan ook op gewezen dat vóór hem en zijn leerlingen, niemand pepton vrij van albumose in handen gehad heeft. Maar het bewijs dat het pepton, 't welk door ammoniumsulfaat niet neergeslagen werd, inderdaad vrij was van albumose, is door KÜHNE niet geleverd. Toch mocht, naar het mij voorkomt, naar zulk een bewijs zeer zeker gevraagd worden. Waarom zou niet ondersteld mogen worden dat in de met ammoniumsulfaat verzadigde, heldere, maar de biureetreactie nog gevende, vloeistof nog albumose opgelost gebleven was, nu men eenmaal gezien had dat ook de behandeling met ferriacetaat het „propepton" niet, zooals SCHMIDT-MÜLHEIM meende, volledig afscheidde, en nu door proeven die ik in de boven aangehaalde mededeelingen publiceerde, vele jaren voordat KÜHNE mij er een verwijt van maakte dat ik er niet aan gedacht zou hebben zulke proeven te nemen [1]), gebleken was dat bij de digestie van eiwit stoffen gevormd worden, die het neerslaan van de verteeringsproducten, waaraan KÜHNE den naam van albumosen gegeven heeft, bemoeilijken.

Te meer mag het verwondering wekken dat KÜHNE de onderstelling dat de biureetreactie, door zijn pepton geleverd, misschien van daarin aanwezige albumose afhankelijk zijn kon, geen aandacht waardig gekeurd heeft, omdat niet alleen NEUMEISTER vond dat een uit protoalbumose ontstaande deuteroalbumose niet volledig door ammoniumsulfaat neergeslagen werd, maar KÜHNE zelf ondervond dat het niet zoo gemakkelijk was maagsappepton van albumose te bevrijden als het hem eerst wel toescheen. Terwijl KÜHNE eerst, zonder eenige reserve, de bevinding van WENZ mededeelde [2]), volgens welke, door verzadiging van een pepton-albumosen-mengsel met ammoniumsulfaat, bij zwak alkalische, neutrale of zwak zure reactie de albumosen volkomen neergeslagen worden, terwijl het pepton in het filtraat overgaat en daaruit zuiver kan worden bereid, vond KÜHNE later dat de verwijdering van albumose uit een door digestie van eiwit met pepsine-zoutzuur verkregen oplossing onvolledig is, wanneer de vloeistof niet eerst bij alkalische en daarna bij zure reactie, telkens bij kookhitte, met ammoniumsulfaat verzadigd wordt.

Wanneer men ziet dat de digestievloeistof, die een sterke biureetreactie geeft, door verzadiging van ammoniumsulfaat troebel wordt, maar dat in het filtraat de biureetreactie altijd nog, ofschoon in

---

[1]) Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXVIII, S. 572 en Bd. XXIX, S. 18.

[2]) Verhand. d. Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg, N. F. Bd. III, S. 287.

minder sterke mate, te voorschijn te brengen is, dan licht het vermoeden voor de hand dat door het ammoniumsulfaat de albumosen niet volledig gepraecipiteerd zijn. Dit vermoeden wordt geenszins weerlegd door de bevinding dat men uit de met ammoniumsulfaat verzadigde, heldere oplossing, na het zout grootendeels verwijderd te hebben, door behandeling met alkohol en met phosphorwolfraamzuur een stof kan afscheiden die wel de biureetreactie geeft, maar in elementaire samenstelling en in physische eigenschappen van albumosen afwijkt. Daardoor wordt niet aangetoond dat deze stof niet een mengsel is van albumose en andere stoffen, maar recht heeft op een eigen naam.

Ik heb, bij een gelegenheid waarbij het mij er alleen op aankwam te doen uitkomen wat ik verstond onder den naam van „pepton", dien ik, bij de beschrijving van proeven over de stolling van het bloed, moest gebruiken, met een enkel woord er op gewezen dat in een oplossing van, volgens KÜHNE, zuiver amphopepton, door middel van dialyse albumose kan worden aangetoond [1]).

Nadat ik, door een opmerking van NEUMEISTER [2]) daartoe gedrongen, de gronden waarop mijn meening steunde eenigzins nader had aangegeven [3]), heeft KÜHNE mij daarover aangevallen [4]).

Ik wil mij niet verdedigen tegen de verwijten door KÜHNE tegen mij gericht, maar slechts een bevinding mededeelen waaruit opnieuw blijkt dat KÜHNE'S amphopepton albumose bevat.

Wanneer de digestievloeistof eerst door koken bij zwak zure reactie van alles wat coaguleerbaar is bevrijd, en daarna bij kookhitte met ammoniumsulfaat verzadigd wordt, dan kan in de na afkoeling gefiltreerde vloeistof, zooals ik beschreef door dialyse, en zooals KÜHNE vond, door het filtraat, eerst bij alkalische en daarna bij zure reactie, weder bij kookhitte met ammoniumsulfaat te verzadigen, nog albumose aangetoond worden.

Nu kan men zich er van overtuigen dat de oplossing, die bij zure zoowel als bij alkalische reactie helder blijft, ondanks de verzadiging met ammoniumsulfaat, toch nog een niet onbelangrijke hoeveelheid albumose bevat. De nog vrij azijnzuur bevattende of geneutraliseerde vloeistof geeft met metaphosphorzuur, en met trichloorazijnzuur een praecipitaat van albumose. Het laatstgenoemde reagens geeft, onder overigens gelijke omstandigheden, een grooter

---

[1]) Internat. Beitr. zur Wissensch. Medicin, Bd. I, S. 448.

[2]) Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXVIII, S. 361.

[3]) ibid. S. 569.

[4]) ibid. S. 571 en Bd. XXIX, S. 1.

neerslag dan metaphosphorzuur, en is daarom bij voorkeur door mij gebruikt.

Mijn proeven hadden betrekking tot de producten, verkregen door runderfibrine te digereeren met H Cl 0,2 pCt. en pepsine, hetzij pepsine uit den handel, van WITTE, het zij naar KÜHNE's voorschrift met ammoniumsulfaat gezuiverde pepsine uit het maagslijmvlies van het varken, of ook tot het preparaat dat door GRÜBLER onder den naam van peptonum depuratum siccum in den handel gebracht wordt. De afscheiding der albumose geschiedde nauwkeurig volgens de laatste methode, door KÜHNE daarvoor opgegeven, eerst bij alkalische, daarna bij zure reactie. Het laatste filtraat, dat nu pepton, maar geen albumose heet te bevatten, wordt nu vermengd met een verzadigde oplossing van trichloorazijnzuur, of met een mengsel van 5 Cc. van een verzadigde oplossing van dit zuur in 100 Cc. verzadigde ammoniumsulfaatoplossing. (Bij het vermengen van het trichloorazijnzuur met een verzadigde oplossing van ammoniumsulfaat vormt zich een neerslag van zout, die echter, bij de aangegeven hoeveelheden, spoedig weer oplost).

Er ontstaat nu een ruim praecipitaat, dat bij het omroeren zich gedeeltelijk in kleverige klompjes aan de roerstaaf en aan de wanden van het glas afzet. Onder het mikroskoop vertoont zich de neerslag in den vorm van kleine, het licht sterk brekende bolletjes, evenals de neerslagen van albumose die bij neutrale, alkalische en zure reactie uit de digestievloeistof verkregen worden. De toevoeging van trichloorazijnzuur wordt zoolang voortgezet, totdat een proefje van de peptonoplossing na filtratie geen troebelheid meer geeft met in ammoniumsulfaat opgelost trichloorazijnzuur. Het praecipitaat, door filtratie van de vloeistof gescheiden, lost gemakkelijk in water op. Deze oplossing reageert sterk zuur en wordt door verzadiging met ammoniumsulfaat troebel. De troebelheid wordt echter veel minder, zonder trouwens te verdwijnen, wanneer de vloeistof met ammonia geneutraliseerd of alkalisch gemaakt wordt. Ook wordt het filtraat van de zure, met ammoniumsulfaat verzadigde vloeistof op nieuw troebel na toevoeging van trichloorazijnzuur in ammoniumsulfaat. Wanneer de voor de tweede maal door ammoniumsulfaat gepraecipiteerde stof in water opgelost wordt, dan wordt deze oplossing, zoowel bij neutrale en alkalische als bij zure reactie, door ammoniumsulfaat, ofschoon niet volkomen, toch grootendeels neergeslagen; zij geeft fraaie biureet- en xanthoproteïnereactie, en wordt ook troebel gemaakt door pikrinezuur, en, bij zure reactie, door verzadiging met chloornatrium. Derhalve wordt uit een oplossing, die volgens KÜHNE slechts pepton bevatten, en geheel vrij van

albumose zijn zou, een stof gepraecipiteerd die de eigenschap vertoont door KÜHNE aan de groep der albumosen toegekend.

Het resultaat was geheel hetzelfde wanneer de oplossing van „pepton" eerst, op de door KÜHNE het laatst beschreven wijze, door middel van alkohol, baryumcarbonaat en ammoniumcarbonaat van ammoniumsulfaat bevrijd werd. Hernieuwde verzadiging met ammoniumsulfaat veroorzaakte nu een onbeduidende troebelheid. De gefiltreerde, heldere vloeistof leverde, na behandeling met trichloorazijnzuur een ruime afscheiding von albumose.

Men zou de opmerking kunnen maken dat misschien in al mijn proeven die albumose aanwezig geweest is, die, volgens NEUMEISTER [1]) uit protalbumose kan ontstaan en door ammoniumsulfaat — volgens KÜHNE [2]) ook bij alkalische reactie — niet geheel neergeslagen wordt, en waarvan de aanwezigheid het dus onmogelijk maken moet te beoordeelen of men, in den zin van KÜHNE, een zuivere of een met albumose verontreinigde oplossing van amphopepton in handen heeft. Volgens NEUMEISTER ontstaat echter deze eigenaardige deuteroalbumose niet bij de digestie van heteroalbumose met maagsap. Ik heb daarom de proef herhaald door zoo zorgvuldig mogelijk, naar NEUMEISTER's voorschrift, uit WITTE's pepton bereide heteroalbumose met pepsine en zoutzuur te digereeren. Het resultaat was geheel hetzelfde als bij de andere proeven: uit schijnbaar zuiver amphopepton werd in de verzadigde oplossing van ammonium sulfaat, door trichloorazijnzuur een ruim praecipitaat van albumose verkregen.

Er valt dus, naar ik meen, niet aan te twijfelen, of de stof die KÜHNE pepton, vrij van albumose, noemt, bevat albumose in ruime mate.

Nu geeft intusschen het heldere filtraat, dat na de behandeling met trichloorazijnzuur verkregen wordt, nog altijd een duidelijke biureetreactie. Zou men nu moeten aannemen dat deze niet door albumose, maar door een andere stof, pepton, veroorzaakt wordt?

Naar ik meen moet men, wetende hoe moeilijk albumose uit onzuivere oplossingen neergeslagen wordt, het er voor houden dat het filtraat de biureetreactie nog geeft omdat, ondanks het trichloorazijnzuur, de albumose nog voor een deel opgelost gebleven is.

Albumose wordt in zuiveren toestand volkomen neergeslagen door ammoniumsulfaat, maar veel moeilijker wanneer ze met andere digestieproducten vermengd is. Dat leert de ervaring ten duidelijkste.

---

[1]) Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXIV, S. 268.

[2]) ibid. Bd. XXIX, S. S.

Nu is het geen hypothese, maar slechts een omschrijven van hetgeen door de ervaring geleerd wordt, wanneer men zegt: er zijn producten van de digestie van eiwit door maagsap, die de praecipitatie van albumose kunnen bemoeilijken.

KÜHNE noemt een stof waarin albumose kan worden aangetoond, pepton, en hij geeft niet den allergeringsten grond voor de meening dat de biureetreactie van zijn pepton niet door albumose wordt veroorzaakt. Slechts wijst hij er op dat zijn pepton hygroskopisch is, en ook in elementaire samenstelling van meer gezuiverde albumose afwijkt. Alsof men ruw zeezout geen keukenzout zou moeten noemen, omdat het in zuiveren toestand aan de lucht blootgesteld droog blijft, maar hygroskopisch is en andere uitkomsten geeft bij de analyse, wanneer het nog met andere bestanddeelen van het zeewater verontreinigd is.

Pepton is, in den tegenwoordigen tijd, een naam waarmede men in den handel preparaten aanduidt, verkregen door digestie van eiwit. Aan een scheikundig begrip, hoe vaag ook, beantwoordt die naam, bij het thans heerschend spraakgebruik, niet.

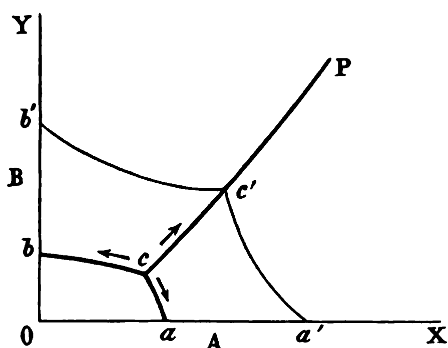
De vraag van den Heer STOKVIS of salpeterzuur in Kühne's pepton geen nêerslag verwekt had, wordt ontkennend beantwoord.

Scheikunde. — De Heer BAKHUIS ROOZEBOOM doet namens den Heer SCHREINEMAKERS de volgende mededeeling *„Over Kryohydraten bij stelsels van twee zouten".*

Bij voldoende afkoeling eener zoutoplossing ontmoet men de kryohydratische temperatuur, waarbij de oplossing in haar geheel stolt tot een mengsel van ijs en zout of zouthydraat. Dit stolpunt werd door GUTHRIE ontdekt, de ware beteekenis ervan echter door PFAUNDLER aangegeven. GUTHRIE onderzocht ook oplossingen van 2 zouten, zonder er in te slagen de verschijnselen welke optreden bij hunne afkoeling te ontwarren. Van achteren gezien was dit in zijn tijd onmogelijk wegens gebrek aan kennis omtrent de voorwaarden welke het evenwicht bepalen in stelsels van drie stoffen.

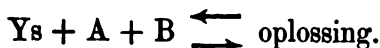
In aansluiting aan de onderzoekingen omtrent zulke systemen, verricht in het Chem. Lab. te Leiden, heeft de heer SCHREINEMAKERS dit onderzoek op nieuw ter hand genomen en in hoofdzaken de verschijnselen welke optreden kunnen nagespoord, voor de drie gevallen dat de beide zouten A en B als zoodanig naast elkander en naast oplossing bestaan kunnen, of een dubbelzout vormen dat niet- of een dat wel zonder ontleding naast oplossing bestaan kan.

Stelt men weder de samenstellingen der oplossingen door punten in het vlak X O Y voor, dan is in het eerste geval b′ c′ a′ de isotherme voor verzadigde oplossingen. De lijn b′ c′ stelt voor de oplossingen verzadigd ten aanzien van B, a′ c′ ten aanzien van A, c′ de oplossing verzadigd met A + B. Bepaalt men de isothermen voor eene reeks van temperaturen dan verkrijgt men de lijn P c′ c als aaneenschakeling der punten c′, aanwijzende de verschuiving in de samenstelling der oplossing in evenwicht met A + B. Bij genoegzame afkoeling zal eindelijk in deze oplossing ook ijs ontstaan, bijv. als de samenstelling c bereikt is. Naast deze oplossing bestaan dus A + B + Ys. Indien a en b voorstellen de oplossingen van A of B alleen, welke naast ijs bestaan kunnen, dan moeten bovendien nog de punten c en b en c en a verbonden zijn door lijnen welke de oplossingen voorstellen welke in evenwicht zijn met Ys en B of met Ys en A.



Het is nu mogelijk te bepalen in welken zin de temperatuur zich wijzigt van c tot b of tot a door gebruik te maken van de stelling, dat onder standvastigen druk (gelijk wij hier veronderstellen) bij toevoer van warmte de temperatuur òf standvastig blijven, òf stijgen moet, wanneer er stabiel evenwicht zijn zal. Hiertoe gaan wij uit van het punt c waar de phasen Ys + A + B + oplossing aanwezig zijn. Volgens den regel der phasen is dit systeem onder standvastigen druk slechts bij ééne temperatuur mogelijk. Bij warmte toevoer vindt er omzetting plaats, wier aard bepaald is door de samenstelling der phasen.

Behoudens zeer bijzondere gevallen, welke wij thans niet beschouwen is die omzetting aldus :



$$\text{Ys} + \text{A} + \text{B} \rightleftarrows \text{oplossing.}$$

En zal dus eenerzijds Ys + A + B, anderzijds Y + A + L, Y + B + L of A + B + L ontstaan kunnen (L = oplossing). Daar het systeem A + B + L bestaat bij hoogere temperaturen dan die waartoe het punt c behoort, moeten van c uit ook de lijnen c a en c b naar hoogere temperaturen loopen (aangeduid door de pijltjes).

Strikt genomen geldt deze conclusie slechts voor de aanvankelijke richting der lijnen. Door beschouwingen afgeleid met behulp van

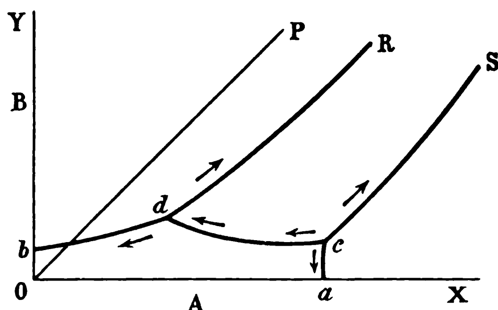
den thermodynamischen potentiaal kan men het bewijs volkomen maken.

Als slotsom verkrijgen wij dus: bij een stelsel van twee zouten ligt de *kryohydratische temperatuur* lager dan soortgelijke temperaturen voor de komponenten. Tusschen de kryohydratische temperaturen voor het mengsel en voor de komponenten is ijs bestaanbaar met elk dier komponenten naast eene reeks van oplossingen, wier gehalten aan de andere komponent afwisselen van o af tot aan het gehalte in het kryohydratische punt van het mengsel.

Onder de voorbeelden door GUTHRIE onderzocht stemmen sommigen met den afgeleiden regel overeen. Daar bij zijne proeven evenwel er niet op gelet is, of bij de laagst bereikte temperatuur beide komponenten reeds afgescheiden waren in vasten toestand, stemmen enkele waarnemingen niet met den regel overeen. De heer SCHREINEMAKERS vond bij herhaling dier proeven waarden welke wel overeenstemden.

Zout	Kryoh. Temp.	Zout	Kryoh. Temp.
Ba $(NO_3)_2$	— 0.8	K NO_3	— 3.0
Sr $(NO_3)_2$	— 5.5	K Cl	— 10.8
Mengsel	— 5.6	Mengsel	— 11.5

Bij zouten, welke een dubbelzout vormen, dat echter niet zonder ontleding oplosbaar is, bestaat elke isotherme uit drie takken wier snijpunten de lijnen Rd en Sc vormen, de oplossingen voorstellende welke in evenwicht kunnen zijn met D + B + L of D + A + L (D = Dubbelzout). Beide lijnen voortzettende tot voldoend lage temperaturen zal ijs optreden, bijv. als de samenstelling der oplossing resp. de punten d en c bereikt heeft. Wij hebben dus thans *twee kryohydratische punten*, welke onderling en met de punten a en b verbonden zijn door *drie kryohydratische lijnen* cd, ca, bd, de oplossingen aanduidende welke bestaan kunnen naast Ys + D, Ys + A, Ys + B.



Op soortgelijke wijze als boven de mogelijke omzettingen in de punten d en c nagaande, blijkt dat van c uit de temperatuur langs de drie lijnen die daarin samenkomen stijgt; het punt c behoort dus tot eene minimum-temperatuur.

Van het punt d uitgaande daalt echter de temperatuur in eene

der drie richtingen (dc). Het verschil tusschen c en d ontstaat uit het afwijkend beloop der omzettingen, voortvloeiende uit de omstandigheid dat de beide lijnen Rd en Sc aan dezelfde zijde liggen van OP, welke de verhouding $\frac{A}{B}$ in het dubbelzout aangeeft. Bij de in de figuur veronderstelde ligging der lijnen wordt het dubbelzout ontleed onder afscheiding van B.

Als eerste voorbeeld zijn de punten a, b, c, d bepaald voor het stelsel $KJ + PbJ_2$, het dubbelzout PbJ_2, KJ, 2 H_2O vormende.

	Zout	Kryoh. Temp.
b	PbJ_2	± 0°
a	KJ	— 22°,4
d	$PbJ_2 + D$	— 2°,7
c	$KJ + D$	— 22°,8

Eveneens zijn de samenstellingen der oplossingen in deze punten en langs de kryohydratische lijnen bepaald.

Het derde geval is aanwezig als het dubbelzout zonder ontleding oplosbaar is. De lijnen Rd en Sc liggen dan ter weerszijden van OP. Door toepassing der zelfde redeneering als boven blijkt in dit geval dat de beide punten c en d tot een temperatuurminimum behooren. Op de kryohydratische lijn cd stijgt de temperatuur derhalve van d uitgaande zoowel als van c, er moet daartusschen dus eene oplossing zijn welke tot een temperatuurmaximum behoort. Thermodynamisch kan bewezen worden, dat die maximumtemperatuur samenvalt met de oplossing e in welke de komponenten A en B in dezelfde verhouding aanwezig zijn als in het dubbelzout.

Deze conclusie werd bevestigd door het onderzoek der stelsels ammonium-kopersulfaat en ammonium-koperchloried, de dubbelzouten $(NH_4)_2SO_4 . CuSO_4 . 6H_2O$ en $2NH_4Cl . CuCl_2 . 2H_2O$ vormende.

	Zout.	Kryoh. Temp.	Zout	Kryoh. Temp.
a	$(NH_4)_2SO_4$	— 19°	NH_4Cl	— 15°,3
b	$CuSO_4 . 5H_2O$	— 1°,5	$CuCl_2 . 2H_2O$	lager dan — 40°
c	$D + (NH_4)_2SO_4$	— 19°,2	$D + NH_4Cl$	— 15°,7
d	$D + CuSO_4 . 5H_2O$	— 2°,7	$D + CuCl_2 . 2H_2O$	lager dan — 40°
e	D alleen	— 1°,7	D alleen	— 12°,7

Dierkunde. — De Heer HOFFMANN biedt voor de werken der Akademie eene verhandeling aan getiteld: „*Untersuchungen ueber den Ursprung des Blutes und der blutbereitenden Organe*".

Natuurkunde. — De Heer BIERENS DE HAAN biedt een nieuw nummer aan van zijne „Bouwstoffen", handelend „*Over Constantijn Huygens* als waterbouwkundige en *van Langren*".

— Voor de Boekerij wordt door den Heer BIERENS DE HAAN eene nieuwe aflevering aangeboden van het Nieuw Archief voor Wiskunde.

— De vergadering wordt gesloten.

GEWONE VERGADERING

DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Vrijdag 28 April 1893.



Voorzitter: de Heer H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.
Secretaris: de Heer C. A. J. A. OUDEMANS.

Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. Berichten van de Heeren HOEK en LORENTZ, dat zij verhinderd zijn de Vergadering bij te wonen.

2°. Een brief van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (13 April 1893), waarin kennis wordt gegeven, dat H. M. de Koningin-Regentes de benoemingen van de Heeren H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN tot Voorzitter en J. D. VAN DER WAALS tot Onder-Voorzitter der Afdeeling, bekrachtigd heeft.

3°. Een brief van het Lid der Akademie DR. J. BOSSCHA, ter begeleiding van eene Nota, op verzoek der Afdeeling door hem opgesteld om te kunnen dienen als antwoord op de vraag om inlich-

ting door den Heer H. VAN MEERTEN, Hoofd-Ingenieur van Scheepsbouw te Soerabaja, over des schrijvers kritische onderzoekingen betreffende de waarnemingen van REGNAULT op het gebied van de leer der warmte. — Met goedkeuring van den Heer BOSSCHA zal de Nota worden opgenomen in het zittingsverslag, en een exemplaar daarvan aan den Heer VAN MEERTEN worden toegezonden.

4°. Eene circulaire van de Smithsonian Institution ter begeleiding van een programma van prijsvragen. Voor het bekroonde antwoord op eene dier vragen wordt, uit het Hodgkin's fonds, een prijs van 10.000 dollars uitgeloofd.

5°. Eene uitnoodiging van „der Naturhistorische Verein der preussischen Rheinlande, Westfalens und des Regierungs-Bezirks Osnabrück" ter bijwoning van de 50ste Algemeene Vergadering van het Genootschap, op 23 Mei e. k. De uitnoodiging zal door een brief van deelneming in de feestvreugde beantwoord worden.

6°. Een programma van prijsvragen, uitgeschreven door de Académie royale de médecine de Belgique.

7°. Eene verhandeling van den Heer P. MOLENBROEK te 's Gravenhage: „Over de toepassing der quaternionen op de mechanica en de Natuurkunde", op verzoek van den Heer LORENTZ aangeboden door den Secretaris, en bestemd voor de werken der Akademie. Tot adviseurs over de verhandeling worden door den voorzitter aangewezen de Heeren GRINWIS en LORENTZ. De Heer GRINWIS neemt de benoeming aan; aan den Heer LORENTZ, niet ter vergadering tegenwoordig, zal daarvan kennis worden gegeven.

Natuurkunde. Het volgende antwoord werd, op verzoek der Afdeeling, opgesteld door den Hoogleeraar Dr. J. BOSSCHA te Haarlem, naar aanleiding van een verzoek, tot de Afdeeling gericht door den Heer H. VAN MEERTEN, Hoofdingenieur van Scheepsbouw te Soerabaja. Dit verzoek hield in: eenige inlichtingen te geven omtrent eenige kritische onderzoekingen betreffende de waarnemingen van REGNAULT.

In het jaar 1869 bood de ondergeteekende aan de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam twee verhandelingen aan, welke werden opgenomen in de „Verslagen en Mededeelingen", Deel IV (1870), blz. 38—68 en blz. 69—90, onder den titel:

a. Over de ware uitzetting van kwikzilver volgens de waarneming van REGNAULT;

b. Over de schijnbare uitzetting van kwikzilver en den gang van den kwikthermometer, vergeleken bij dien van den luchtthermometer, volgens de waarnemingen van REGNAULT.

Zij werden ook opgenomen in de Archives neérlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des sciences. Tome IV, p. 167—196 en 197—218, en in POGG. Ann. Ergänzungsb. V.

Van den inhoud der beide verhandelingen werd een uittreksel gegeven in de Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Tome LXIX (1869), p. 875—879.

REGNAULT heeft, in de zitting van de fransche Akademie van 18 October 1869, deze laatste mededeeling bestreden, hetgeen den ondergeteekende aanleiding gaf tot het mededeelen aan gemelde Akademie van eene

c. Note concernant les observations de M. REGNAULT sur la lettre adressée à l'Académie des Sciences de l'Institut de France.

Deze nota is, wat den hoofdinhoud betreft, opgenomen in de Comptes Rendus, Tome LXIX, p. 1185 en in haar geheel verschenen in de Archives Néerlandaises, Tome IV, p. 461—474.

In het jaar 1871 bood de ondergeteekende aan de Koninklijke Akademie van Wetenschappen eene verhandeling aan, getiteld:

d. Over de temperatuursbepalingen in REGNAULT'S onderzoek van de spanningen van waterdamp.

Zij is geplaatst in de Verslagen en Mededeelingen van de Koninklijke Akademie, Deel V, (1871) bl. 332—344 en in Archives néerlandaises, Tome VII, p. 117—129.

Met betrekking tot de onderzoekingen van REGNAULT werd eindelijk nog van den ondergeteekende in den Jubelband van POGGENDORFF's Annalen, p. 550—556 (1874) opgenomen een opstel:

e. Ueber die specifische Wärme des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, nach REGNAULT's Versuchen.

In het eerste dezer geschriften wordt betoogd dat de wijze, waarop REGNAULT uit zijne waarnemingen de uitkomsten afleidde, geenszins geëvenredigd is aan de zorg en moeite aan de waarnemingen besteed, of aan de nauwkeurigheid der gegevens die zij opleverden. De empirische formule voor de wet van uitzetting van kwik, door REGNAULT als de uitkomst van zijn onderzoek voorgedragen, berust slechts op drie van de 35 groepen van waarnemingen; de keuze van deze drie is daarbij ongelukkig uitgevallen: zij behooren tot de minst nauwkeurige. De wijze, waarop uit elke groep de uitzetting voor de gemiddelde temperatuur der groep is berekend, laat te wenschen over, omdat door de herleiding van de hoogte der koudere kwikzuil tot de temperatuur van 0^0 met behulp van een uitzettingscoefficient, aan oudere minder nauwkeurige waarnemingen ontleend,

de uitkomst van elke waarneming wordt vermengd met die van andere, aan het onderzoek geheel vreemde. Door een misverstand heeft REGNAULT ten onrechte de gemeten hoogte der kwikzuilen met $\frac{1}{1200}$ verhoogd. Eindelijk heeft hij niet in aanmerking genomen dat de kwikthermometer, die de temperatuur der koude kwikzuil bepaalt, met den luchtthermometer van de warme zuil niet gelijk gaat. In de verhandeling, genoemd onder a, wordt nu eerst opgemerkt, dat elke der waarnemingen van REGNAULT onmiddellijk doet kennen de verhouding van de dichtheden van kwik bij twee temperaturen, en aangetoond, hoe deze verhouding, zonder toevoeging van eenig gegeven aan andere bepalingen ontleend, dienen kan om een punt van de kromme, die de uitzettingswet voorstelt, te bepalen. Naardien een overzicht van de door REGNAULT gegevene waarden der uitzettingen bij verschillende temperaturen doet zien dat de uitzettingscoefficient met de temperatuur langzaam en regelmatig toeneemt, werd beproefd de verbeterde uitkomsten der 35 groepen te doen sluiten met eene wet, volgens welke de uitzetting bij elke temperatuur evenredig is aan het volumen bij die temperatuur zelf, hetgeen voor het volumen bij de temperatuur t de eenvoudige uitdrukking oplevert:

$$V_t = V_o e^{\alpha t}.$$

Deze formule heeft bij de berekening het groote voordeel dat zij slechts eene waarnemingsconstante bevat, zoodat elke waarneming op zich zelve voldoende is om de geheele kromme te bepalen. De afleiding van de uitkomst naar de regelen der waarschijnlijkheidsrekening wordt daardoor zeer veel gemakkelijker, terwijl uit het al of niet regelmatig stijgen of dalen van α met de temperatuur niet alleen onmiddellijk te zien is, in hoeverre de wet kan geacht worden aan de waarnemingen te voldoen, maar bovendien eene verbeterde wet uit de reeds berekende waarden van α gemakkelijk is af te leiden, door α te beschouwen als eene functie van de temperatuur, van den vorm

$$\alpha = a + bt \text{ of, zoo noodig, } \alpha = a + bt + ct^2,$$

waarvan de coefficienten zonder veel moeite te benaderen zijn.

Het bleek evenwel dat de formule

$$V_t = V_o e^{\alpha t},$$

waarin α eene *constante* is, op geheel voldoende wijze aan de waarnemingen beantwoordt, tot temperaturen van omstreeks 260°.

De afwijkingen, die de waarden van α bij verschillende temperaturen vertoonen, zijn niet grooter dan die, welke, in de vier seriën van REGNAULT, de waarnemingen bij dezelfde temperatuur opleveren.

De Heer WÜLLNER heeft in POGG. Annalen, Band CLIII, bl. 440, tegen voormelde rekenwijze eenige bedenkingen geopperd die men ook in zijn Leerboek aantreft. Hij meent 1°. dat de formule waardoor de uitzetting van kwik wordt voorgesteld geen voldoenden theoretischen grond heeft, 2°. dat zij de uitzettingen boven 257° niet voldoende voorstelt en dat, al geeft men toe dat de uitzettingsbepalingen boven die temperatuur te onzeker zijn om er waarde aan te hechten, desniettemin de formule daadwerkelijk niet voldoen kan, omdat 3°. de ontwikkeling der formule in eene reeks naar de opklimmende machten van t voor den coefficient van t^3 eene waarde geeft, zóó klein dat deze term van geen beteekenenden invloed meer is, terwijl RECKNAGEL reeds zou hebben aangetoond, dat de uitzetting van kwik slechts door eene formule van den derden graad kan worden voorgesteld.

Deze bedenkingen berusten allen op misverstand. Hierboven werden de redenen aangeduid waarom aan de formule $V_t = V_0 \, e^{\alpha t}$ de voorkeur werd gegeven; zij worden door den heer WÜLLNER voorbijgezien. Als onderzoekingshypothese kan elke wet van uitzetting worden aangenomen. De eenige eisch waaraan zij te voldoen heeft is deze: dat zij op de waarnemingen sluit. Dat nu de vier waarnemingen boven 280° niet goed met de formule sluiten kan geen bezwaar van eenige beteekenis zijn, wanneer men let op het praktische doel van de bepaling der absolute uitzetting van kwik. Het is toch voornamelijk te doen om, met behulp dier uitzetting, te bepalen hoe het volumen van reservoirs van gassen of vloeistoffen met de temperatuur verandert. Maar hierbij is de juiste kennis van de uitzetting beneden 280° van veel grooter belang dan daarboven. Immers boven 280° zal de interpolatieformule wel nimmer dienst moeten doen. En nu is het een feit dat beneden 280° de door WÜLLNER gegevene formule veel minder goed aan de waarnemingen voldoet dan die van den ondergeteekende. De som van de kwadraten der fouten, zooals ze door WÜLLNER worden opgegeven, beneden 257°, is 68400 volgens de formule van WÜLLNER, 60170 volgens de formule van BOSSCHA. Maar bovendien nemen boven 257° de bronnen van fouten in zoo aanmerkelijke mate toe, dat het een misgreep kan genoemd worden de uitkomsten der waarnemingen bij lagere temperatuur, door ze in eene formule te dwingen bestemd om vooral aan de hoogere temperaturen te voldoen, te belasten met de onzekerheid die aan deze laatste eigen is. Die onzekerheid blijkt feitelijk ten dui-

delijkste uit de metingen van de schijnbare uitzetting van kwik in glas, waarvan hieronder gesproken wordt. Maar ze zijn ook a priori te verwachten wegens de zeer bedenkelijke omstandigheden waarin het glas van den luchtthermometer verkeert. Immers, terwijl het bij zoo hooge temperatuur van zijn weerstandsvermogen kan verloren hebben, wordt het tevens aan drukkingen van meer dan twee atmosfeeren onderworpen. Naardien hiermede geene rekening wordt gehouden, worden de temperaturen te laag geschat, zoodat men reeds vooraf kan verwachten te groote uitzettingen bij hooge temperaturen aan te treffen.

Bovendien werken andere omstandigheden mede om de waarnemingen minder betrouwbaar te maken, en wel voornamelijk de moeilijkheid om de gemiddelde temperatuur van de hooge kwikzuil met nauwkeurigheid aan den luchtthermometer mede te deelen. Zoo is den ondergeteekende door eene mondelinge mededeeling van den heer FIZEAU bekend, dat REGNAULT daarmede de grootste moeilijkheden ondervond en onder anderen de olie, waarin luchtthermometer en kwikzuil zich bevinden, bij hooge temperatuur zoo sterk begon te schuimen, dat zij over de geheele hoogte in staat van emulsie verkeerde.

Wat ten slotte de bedenking betreft, ontleend aan eene opmerking van RECKNAGEL, afgezien van het feit dat zij in de door WÜLLNER geciteerde verhandeling niet te vinden is, staat het vast dat zij dan toch enkel op de bepalingen van de absolute uitzetting van kwik, door REGNAULT, zou kunnen berusten. Maar in dit geval heeft zij geen andere beteekenis dan die van eene loutere bewering die gesteld wordt tegenover een kritische toetsing der waarnemingen.

De formule, waardoor de heer WÜLLNER de door den ondergeteekende berekende dichtheidsverhoudingen wil uitdrukken, heeft den vorm

$$V_t = V_o \{1 + at + bt^2 + ct^3\}.$$

Deze formule, voert, zonder twijfel, meer rechtstreeks tot het doel dan de benaderingsformule, door den ondergeteekende gebezigd, doch bij de berekening van de waarde der drie constanten heeft de heer WÜLLNER geene rekening gehouden met eene correctie, die moet worden aangebracht in de aanwijzing van den kwikthermometer van de koude kwikzuil. De heer WÜLLNER meende dat deze correctie overbodig was. In dit opzicht verkeert hij geheel en al in dwaling, zooals hieronder nader zal worden aangetoond.

In de „Travaux et Mémoires du Comité international des poids et mesures", Tome II, heeft de heer BROCH, Directeur van het bureau international te Breteuil, eene nieuwe berekening gegeven, die zich

van die van WÜLLNER niet anders onderscheidt dan dat de heer BROCH zich de moeite geeft de hoogte van de kwikzuilen tot in tienduizendste deelen van millimeters en de temperaturen tot in tienduizendste deelen van een graad in zijne becijfering op te nemen. Naardien REGNAULT de hoogten der kwikzuilen bepaalde met een kathetometer, welks nonius veroorloofde ten hoogste door schatting 1/50 mm. op te teekenen, en zijne temperaturen met geene mogelijkheid tot 1/100 van een graad nauwkeurig kunnen zijn en ook door hem niet verder worden benaderd, is het opnemen van deze, door het middelen van zeker aantal waarnemingen verkregen, uiterste decimalen niet anders dan doellooze verzwaring van den arbeid, die daarbij het nadeel heeft een geheel valschen schijn van nauwkeurigheid aan de uitkomst te verleenen. Immers, wanneer men zelfs maar voor 1/100 mm. in de hoogte der kwikzuil wil kunnen instaan, dan moet rekening gehouden worden niet alleen met de temperatuur der kathetometerschaal, met de verandering die de hoogte van den kwikmeniscus door de temperatuur ondergaat, maar ook met het gewicht der luchtzuil die, in de drie eerste seriën, op de kwikoppervlakken aan het ondereinde der beide kwikzuilen drukt. Het verschil in hoogte dezer luchtzuilen van omstreeks 3 atmosfeeren is groot genoeg om bij 100° reeds eene correctie noodig te maken van 76 eenheden in de laatste decimaal, die BROCH nog in zijne rekening opnam. De heer BROCH heeft, na de dichtheidsverhoudingen uit de waarnemingen van REGNAULT naar de regelen te hebben berekend die door den ondergeteekende werden aangegeven, eene formule gebezigd die denzelfden vorm heeft als die van WÜLLNER, doch waarvoor de rekening geheel andere constanten oplevert, het gevolg van het geheel onaannemelijke door BROCH gevolgde stelsel, om aan uitkomsten van groepen van waarnemingen hetzelfde gewicht toe te kennen, onverschillig of zij uit een dan wel uit zes waarnemingen bestaan. Met de door hem verkregene formule heeft hij eene tabel berekend, die voor elk tiende deel van een graad tusschen 0° en 100° de uitzetting van kwik tot in zeven decimalen geeft. Hij heeft er zich geen rekenschap van gegeven, dat de twee of drie laatste decimalen niet alleen onzeker moeten geacht worden, maar ook, voor het geval dat men het mogelijk mocht oordeelen ze te kunnen vaststellen, noodzakelijk foutief moeten zijn. Immers, hij vindt voor de uitzetting waarden die afwijken van degene die REGNAULT bezigde om de uitzetting van het glas van zijn luchtthermometer te kunnen berekenen. Zijn dus de cijfers van BROCH juist, dan heeft hij verkeerdelijk verzuimd de temperaturen van den luchtthermometer wegens een te wijzigen coefficient van de

uitzetting van glas te verbeteren. Men kan lichtelijk verifieeren dat aldus in de temperaturen fouten zijn overgebleven, bedragende bij

100°	+ 0°,023
150°	— 0°,012
200°	— 0°,078
250°	— 0°,167
280°	— 0°,228

Het is duidelijk dat deze correcties de uitzettingsformule van BROCH en zijne tabel moeten wijzigen. Bij 100° is de fout 32 eenheden, bij 200° reeds 141 eenheden van de zevende decimaal der berekende volumina.

Men kan inderdaad bij eenigszins nauwkeurige berekening van de uitzetting van kwik, en wanneer men zich behoorlijk rekenschap wil geven van de daarbij bereikbare nauwkeurigheid, niet volstaan met enkel de waarnemingen te beschouwen door REGNAULT in zijne verhandeling „De la dilatation absolue du mercure" opgenomen. Men dient ze in verband te beschouwen met die over de schijnbare uitzetting van kwik in glas, opgenomen in REGNAULT's verhandeling „De la mesure des températures". Daarom heeft de ondergeteekende de kritiek en de hernieuwde berekening van beide onderzoekingen van REGNAULT tegelijk ondernomen en zich vergewist dat de gewijzigde waarde voor de glasuitzetting op de door hem berekende constante 0,00018077 voor de uitzetting van kwik een invloed had, die niet verder reikte dan ten hoogste vier eenheden van de laatste der decimalen tot welke de becijfering werd uitgestrekt. Het ware bij de grens der nauwkeurigheid, waarbinnen de waarnemingen noodzakelijk beperkt blijven, doelloos geweest de benadering nog verder voort te zetten.

Afgescheiden van bovenstaande opmerkingen, moet nog ten aanzien van BROCH's berekening worden vermeld dat hij, even als WÜLLNER, verzuimd heeft de temperaturen van de koude kwikzuil te corrigeeren wegens de afwijking die er tusschen den lucht- en den kwikthermometer ook beneden 100° bestaat en die door REGNAULT, zoo als hieronder blijken zal, werd verwaarloosd.

In het opstel, genoemd onder *b*, worden de waarnemingen over de schijnbare uitzetting van kwik, opgenomen in REGNAULT's verhandeling „Sur la mesure des températures", aan gelijke berekening onderworpen. Het blijkt dat de formule

$$V_t = V_o \, e^{\beta t}$$

slechts aan de waarnemingen voldoen kan, wanneer β als eene func-

tie van t: $\beta = a + bt + ct^2$ wordt beschouwd. Nadat de coëfficienten a, b, c voor de verschillende glassoorten, door REGNAULT aangewend, waren afgeleid, werd de formule in verband gebracht met die voor de ware uitzetting van kwik verkregen, en aldus de ware uitzetting van glas uitgedrukt in eene reeks naar de opklimmende machten van t gerangschikt. Het bleek nu, dat er een zeer merkbaar verschil is in de wetten van uitzetting van verschillende glassoorten en dat in het bijzonder het kristal Choisy-le-Roy, door REGNAULT voor zijne kwikthermometers en luchtthermometers gebezigd, veel regelmatiger zich uitzette dan andere glassoorten. Dit verschil is zoo sterk, dat de gang van kwikthermometers van kristal Choisy-le-Roy zeer merkbaar verschilt van dien van thermometers van minder loodhoudend glas. Voor temperaturen boven 100° was dit reeds door REGNAULT zelven opgemerkt. Doch ook voor temperaturen tusschen 0° en 100° is het onderscheid aanmerkelijk; het kan bij 50° verschillen teweeg brengen tot bijna een halven graad tusschen twee thermometers, al zijn deze met de uiterste zorg gecalibreerd en hunne vaste punten 0° en 100° met nauwkeurigheid bepaald.

REGNAULT heeft aan dit verschil geene waarde gehecht; op het voetspoor van zijne voorgangers DULONG en PETIT en GAY-LUSSAC neemt hij aan, dat tusschen 0° en 100° de afwijkingen van den kwikthermometer en den luchtthermometer van geene beteekenis zijn en dat ze zelfs niet met voldoende nauwkeurigheid te bepalen zijn.

In zijne verhandeling, gepubliceerd in de Annales de Physique et de Chimie, 3me série, Tome V, (1842) p. 83, zegt hij: „On voit par ces expériences que le thermomètre à air s'accorde à peu près exactement avec le thermomètre à mercure, entre 0° et 100°, ce qui confirme les anciennes observations de M. GAY-LUSSAC. Il convient cependant de remarquer que le thermomètre à air, dans mes expériences, présente constamment un retard de 0°,2 environ sur le thermomètre à mercure, vers le milieu de l'échelle, ce qui semblerait annoncer qu'il y a réellement une petite différence dans la marche des deux thermomètres, mais cette différence est trop petite pour qu'il soit necessaire d'y avoir égard; elle tombe d'ailleurs dans les limites de l'incertitude qui dépendent du déplacement du zéro du thermomètre à mercure".

Bij de mededeeling van latere onderzoekingen in Tome XXI van de Mémoires de l'Académie des Sciences staat REGNAULT nog op hetzelfde standpunt. Voordat hij de tafel mededeelt die de afwijkingen bevat van de kwikthermometers van kristal Choisy-le-Roy en van gewoon glas, zegt hij het volgende:

„La table ne commence qu'à partir de la température de 100°,

qui est le dernier point fixe auquel tous les thermomètres s'accordent nécessairement. Il est probable cependant qu'il existe une différence sensible entre 0° et 100° dans la marche des divers instruments, les expériences du tableau annexé à la page 226 le montrent d'une manière évidente, mais les différences sont si petites qu'il est difficile de les déterminer avec quelque précision".

De tabel, waarnaar hij verwijst, heeft betrekking op waarnemingen, door REGNAULT in 1841 medegedeeld. Zij werden volbracht met thermometers van gewoon glas en toonen aan dat deze, bij 50°, tot 0°,30 hooger wijzen dan de luchtthermometer.

Dit verschil is geheel in overeenstemming met de formule voor de schijnbare uitzetting van kwik in gewoon glas, door den ondergeteekende uit REGNAULT's latere onderzoekingen afgeleid.

Ook RECKNAGEL heeft een dergelijk verschil bij gewone glasthermometers opgemerkt. Maar in alle onderzoekingen over de uitzetting van gassen, de uitzetting van kwik, de samendrukbaarheid van gassen, de spankracht van waterdamp, de latente warmte van stoom en de soortelijke warmte van water bij verschillende temperaturen, vermeld in Tome XXI, heeft REGNAULT, zooals hij uitdrukkelijk verklaart, gebruik gemaakt van kwikthermometers van kristal Choisy-le-Roy, hetwelk tot 34 % loodoxyde bevat. Ten aanzien van deze thermometers vindt men op bladz. 616 van Tome XXI nog het volgende door REGNAULT opgemerkt.:

„Il est probable, d'après la forme que nous avons reconnue à la courbe qui représente la comparaison de ces deux espèces d'instruments, que les températures des thermomètres à mercure à enveloppe de cristal sont un peu plus faibles entre 0° et 100° que celles qui sont marquées dans les mêmes circonstances par le thermomètre à air. Les forces élastiques que nous avons trouvées directement dans nos expériences sont donc probablement un peu plus fortes lorsqu'on les rapporte au thermomètre à air. Les différences sont d'ailleurs trop petites pour que l'on puisse espérer pouvoir les fixer avec certitude dans les observations directes".

Ten aanzien van de hierbedoelde thermometers van kristal Choisy-le-Roy, N°. 0 en N°. 10, welke door REGNAULT ook gebruikt zijn bij zijne proeven over de spanning van de dampen van alcohol en ether, vindt men in de tweede verzameling van REGNAULT's onderzoekingen (Mém. de l'Acad. des Sciences, Tome XXVI) op bladz. 373, nog het volgende aangeteekend:

„J'ai admis que les thermomètres à mercure marchaient d'accord avec le thermomètre à air depuis — 20° jusqu'à + 100°, cela n'est pas absolument vrai, comme je l'ai déjà dit, T. XXI p. 238;

mais les différences qui j'ai trouvées pour mes thermomètres actuels, dans des expériences qui ont été faites exprès pour cet objet, sont tellement petites qu'il m'est impossible de les fixer avec quelque certitude". Het zal in het vervolg van deze nota blijken dat de gang dezer thermometers ten opzichte van den luchtthermometer met zeer voldoende zekerheid uit de waarnemingen van REGNAULT is te berekenen, en dat hunne afwijking bij 50° zeer nabij 0°,17 is.

Dat REGNAULT aan deze afwijkingen geen waarde heeft gehecht en, zooals uit het laatste citaat ten duidelijkste blijkt, de aanwijzingen van zijne thermometers van kristal Choisy-le-Roy niet wegens deze afwijkingen heeft verbeterd, kan het gevolg geweest zijn van de omstandigheid, dat de formules voor de uitzetting van gewoon glas en van kristal Choisy-le-Roy, die hij als het eindresultaat van zijn onderzoek over de schijnbare uitzetting van kwik beschouwde, van het verschil tusschen de thermometers van beide glassoorten geene rekenschap geven. Ook deze formules zijn met zoo weinig zorg berekend, dat zij volstrekt niet als de uitdrukking der waarnemingen kunnen gelden. REGNAULT, die deze berekening aan anderen overliet, heeft dit hoogstwaarschijnlijk niet vermoed. Volgens deze onvoldoende formules nu, zouden kwikthermometers van gewoon glas en van kristal Choisy-le-Roy zich tusschen 0° en 100° op dezelfde wijze gedragen en bij 50° beiden lager aanwijzen dan de luchtthermometers. Deze tegenstrijdigheid met vroegere waarnemingen kan REGNAULT in den waan hebben gebracht, dat het verschil niet met zekerheid is vast te stellen.

In het geschrift, onder *b* vermeld, heeft de ondergeteekende aangetoond dat eene nauwkeurige berekening die tegenstrijdigheid doet verdwijnen. Uit de waarnemingen over de schijnbare uitzetting van kwik boven 100° kan met zekerheid worden afgeleid dat, tusschen 0° en 100°, thermometers van gewoon glas *hooger*, die van kristal Choisy-le-Roy *lager* wijzen dan de luchtthermometer. Er is dus geen reden deze afwijkingen zoo onzeker te achten dat men ze kan verwaarloozen. Van hoeveel belang het is, er op te letten wordt in gemelde verhandeling met een paar voorbeelden aangetoond. Vooral bij calorimetrische waarnemingen is de invloed aanmerkelijk der fouten, die uit eene verwaarloozing dier afwijkingen voortvloeien. Zoo moet het bedrag van 636,8 caloriën door REGNAULT verkregen voor de warmte die een kilogram stoom van 100° afstaat, wanneer het tot water van 0° wordt afgekoeld, met omstreeks 3,4 caloriën, dat is ruim $^1/_{200}$, verhoogd worden. Bij de waarnemingen over de veranderingen, die de soortelijke warmte van water bij verschillende temperaturen ondergaat, is zelfs de correctie, die moet worden aangebracht, grooter dan het geheele bedrag dat men wilde vaststellen.

In zijn antwoord op eene nota, waarmede de ondergeteekende deze uitkomsten aan de fransche Akademie mededeelde, heeft REGNAULT, in de zitting van 18 October 1869, deze gevolgtrekkingen bestreden.

Hij verklaarde dat, sedert 20 jaren, bij zijne onderzoekingen de thermometers van het sterk loodhoudende kristal Choisy-le-Roy vervangen waren door die van eene glassoort welke een weinig lood bevatte. — Deze thermometers zouden dus in dit opzicht het midden houden tusschen de twee soorten, welke afwijkingen in tegengestelden zin vertoonen. — Hij beweert dat zij bij 50° ten hoogste 0°,1 van den luchtthermometer verschillen en enkele malen, *rarement*, 0°,2. REGNAULT geeft verder de verzekering dat hij zijne kwikthermometers steeds wegens hunne afwijkingen van den luchtthermometer heeft verbeterd. Erkennende dat het noodig is, deze correctie aan te brengen zegt hij: „*C'est ce que j'ai toujours fait aussi bien entre zéro et* 100° *que pour les hautes températures* (Comptes Rendus LXIX p. 828).

De door REGNAULT gegevene verzekering, dat hij steeds bij zijne thermometers ook voor temperaturen tusschen 0° en 100° de afwijkingen met den luchtthermometer heeft bepaald en in rekening gebracht, is in volkomen strijd met hetgeen hij, blijkens de hierboven vermelde citaten, herhaaldelijk en uitdrukkelijk heeft verklaard, zij is daarmede alleen overeen te brengen, wanneer er bijgevoegd wordt dat men correcties van 0°,20 en lager onbeduidend achtte en verwaarloosde. Uit zijn eigen verslag blijkt ondubbelzinnig dat hij, bij de proeven, waarop het kritisch onderzoek van den ondergeteekende betrekking heeft en die allen opgenomen zijn in het eerste gedeelte van zijne verzameling, zich bediend heeft van thermometers van kristal Choisy-le-Roy, dat hij bij deze geene correctie voor temperaturen tusschen 0° en 100° heeft aangebracht, dat hij haar bedrag niet met eenige zekerheid heeft kunnen vaststellen en zelfs ten aanzien van de vraag of zij positief of negatief zijn, zich tot gissing heeft moeten bepalen.

In het geschrift, onder *c* vermeld, heeft de ondergeteekende dit nader aangetoond, op het belang dier afwijkingen gewezen en de meening geuit dat, indien REGNAULT inderdaad nauwkeurige vergelijkingen, tusschen 0° en 100°, van kwikthermometers van beide soorten van glas met den luchtthermometer bezat, de bekendmaking daarvan alsnog een gewichtigen dienst aan de wetenschap zou bewijzen.

De mogelijkheid hieraan te voldoen of door nieuwe vergelijking met den luchtthermometer alsnog den gang te bepalen der thermometers, door REGNAULT bij zijne onderzoekingen gebruikt, is weg-

genomen. Na den oorlog van 1870 werden alle thermometers van REGNAULT en de registers zijner waarnemingen, welke in de Manufacture de Sèvres bij de bezetting door de Pruisen waren achtergelaten, vernield gevonden [1]).

Bij de weerlegging van de beweringen, waarmede REGNAULT gemeend had te moeten opkomen tegen de kritische opmerkingen van den ondergeteekende, was de aandacht gevallen op eene groote reeks van waarnemingen, die veroorloofde den gang van twee van REGNAULT's kristalthermometers ten opzichte van den luchtthermometer te bepalen. Een nader onderzoek van die waarnemingen is het onderwerp van het geschrift, vermeld onder *d*. Bij zijne proeven over de spanning van stoom, maakte REGNAULT gebruik van den luchtthermometer, doch hij teekende te gelijkertijd de temperatuuraanwijzingen op van de thermometers N°. 0 en N° .10, vervaardigd van kristal Choisy-le-Roy. De waargenomen temperaturen strekken zich uit van 100° tot 230°,47, het aantal waarnemingen bedroeg 154, verdeeld in 62 groepen, die even zoovele middentallen opleveren.

Men beproefde de verschillen tusschen de aanwijzingen van de beide soorten van thermometers te doen sluiten met eene formule, die berustte op de wet van de schijnbare uitzetting van kwik in kristal, in de verhandeling *b* berekend, en op de onderstelling, dat bij de bepaling van het vaste punt van den luchtthermometer een fout kon zijn begaan, verschillend voor elk der 3 seriën waarin, die 62 groepen verdeeld waren. De uitkomst van de berekening was eene volkomene bevestiging van de vroeger afgeleide wet van de schijnbare uitzetting van kwik in kristal. Zoo volkomen inderdaad was de overeenstemming, dat voor $^2/_3$ van de 62 groepen de afwijking tusschen de berekening en waarneming minder bedroeg dan 0°,05, dat bovendien, waar de afwijkingen grooter waren, telkens uit de mededeelingen van REGNAULT eenige stoornis in de waarnemingen was aan te wijzen Als een opmerkelijk voorbeeld, hoe eene voldoende berekening onverwachte bijzonderheden kan doen ontdekken, en als een getuigenis tevens van de buitengewone nauwkeurigheid waarmede REGNAULT waarnam, kan het volgende strekken. Voor de constante fout van het vaste punt van den luchtthermometer werd bij twee van de drie reeksen op zeer weinig na hetzelfde bedrag gevonden. Naardien deze fout van geheel toevalligen aard is, kon het verwondering geven, dat men tweemaal juist dezelfde fout

[1]) Zie het verhaal van REGNAULT in de Annales de Physique et de Chimie, Quatrième Série, Tome XXIV (1871) p. 376, en Dumas, Eloge historique de REGNAULT.

had begaan. Bij onderzoek bleek nu, dat hier van geen toeval sprake kon zijn, want dat bij de tweede serie dezelfde bepaling van het vaste punt gevolgd was als bij de eerste, en dat de beide nulpuntsbepalingen van de tweede serie, die in REGNAULT's Tableau voorkomen, — de eene aan het begin, de tweede aan het slot der serie, — geen van beiden voor de berekening van de temperaturen van den luchtthermometer gediend hadden en beiden waarschijnlijk bij vergissing in het Tableau waren opgenomen.

Elke twijfel over den zeer regelmatigen gang van de thermometers van kristal Choisy-le-Roy werd door dit onderzoek weggenomen en met groote mate van zekerheid kon daaruit het gevolg worden getrokken, dat deze thermometers tusschen 0° en 100° een voor elke temperatuur te berekenen bedrag te laag staan.

In den Jubelband van POGGENDORFF's Annalen (1874) is het onder *e* aangeduide onderzoek opgenomen over den invloed dien de gang der thermometers van kristal moet gehad hebben op de wet, door REGNAULT afgeleid uit zijne waarnemingen over de verandering van de soortelijke warmte van water met de temperatuur. Hierboven werd reeds opgemerkt dat die invloed zeer aanmerkelijk moest zijn. Naardien de gang dier thermometers uit zijne vorige berekeningen voldoende bekend was, kon de ondergeteekende bepalen, welke correctie de getallen moesten ondergaan, die door REGNAULT als de uitkomsten van zijne proeven waren gegeven voor de soortelijke warmte bij verschillende temperaturen. Het bleek dat de door REGNAULT gegevene wet:

$$c = 1 + 0{,}00004\ t + 0{,}0000009\ t^2,$$

waarin c de soortelijke warmte van water bij de temperatuur t voorstelt, moet vervangen worden door de volgende:

$$c = 1 + 0{,}00022\ (t - 18),$$

zoodat de soortelijke warmte volgens REGNAULT's waarnemingen veel sneller met de temperatuur verandert, dan uit zijne formule zou volgen.

Over dit onderwerp zijn, na het verschijnen van dit opstel nadere onderzoekingen bekend gemaakt.

Te dien aanzien moet hier in de eerste plaats worden medegedeeld dat VELTEN (WIEDEMANN's Annalen Deel 21) opmerkzaam heeft gemaakt op de tegenstrijdigheid die er bestaat in de opgaven van REGNAULT. Wanneer men de gegevens der waarnemingen, zoo-

als zij opgenomen zijn in het Tableau p. 742 van REGNAULT's verhandeling, gebruikt om daaruit de gemiddelde soortelijke warmte van water te berekenen tusschen de temperaturen van het warme water en die van den calorimeter in elke proef, dan verkrijgt men getallen die in den regel kleine, doch in 13 gevallen aanmerkelijke verschillen opleveren met de cijfers door REGNAULT opgegeven. WÜLLNER, die zich om opheldering van deze tegenstrijdigheid te vergeefs tot de fransche Akademie had gewend, beschouwt, om die reden, de reeks waarnemingen van REGNAULT over dit onderwerp als geheel voor de wetenschap verloren.

Dit besluit, dat te meer zou te betreuren zijn, omdat er geene andere waarnemingen bestaan over de verandering van de soortelijke warmte van water bij temperaturen boven 100°, is voorbarig en blijkens de door den Heer VAN MEERTEN vermelde opmerkingen van J. MACFERLANE GRAY, te vinden in Engineering, 1889, bladz. 57, ongegrond. Deze laatste schrijver merkt op dat, in de 13 genoemde gevallen, voor de gegevens der waarnemingen zeer zeker foutieve waarden in het Tableau zijn opgenomen. Telt men bijeen de hoeveelheden warm en koud water, die volgens die opgaven in den calorimeter gemengd werden, zoo komt men juist voor die 13 waarnemingen tot een bedrag grooter dan de calorimeter kon bevatten. De uitkomsten, door VELTEN uit deze gegevens afgeleid en volgens welke de soortelijke warmte van water boven 100° niet merkbaar zou toenemen, eer zou verminderen, zijn dus zeer zeker foutief. Maar bovendien, zoo in de *gegevens* van het Tableau door de eene of andere oorzaak misstellingen zijn ingeslopen, is er nog geen reden de cijfers voor de *uitkomsten* te wantrouwen. Die uitkomsten toch moeten uit andere dan de foutief opgenomene gegevens berekend zijn. Zij wijzen eene regelmatige stijging der soortelijke warmte aan, zich aansluitende aan de formule door REGNAULT berekend, terwijl die, welke door VELTEN werden berekend met behulp der blijkbaar foutieve opgaven, eene onverklaarbare plotselinge verandering der soortelijke warmte bij zeer nabij gelegen temperaturenzouden aanduiden.

Naardien de formule

$$c = 1 + 0{,}00022\ (t—18)$$

door den ondergeteekende verkregen werd door de noodig geblekene correcties aan te brengen aan REGNAULT's opgaven van de *uitkomst* van elke proef, blijft die formule onafhankelijk van gemelde misstellingen.

De onderzoekingen van ROWLAND en van VELTEN hebben het

twijfelachtig doen schijnen of tusschen 0° en 100° de soortelijke warmte van het water regelmatig verandert. Volgens VELTEN zou de soortelijke warmte van 0°—7° de grootste waarde hebben, tusschen 7° en 11° veel kleiner zijn, tegen 18° weder aangroeien, van 18° tot 40° weder dalen, van 40° tot 100° weder stijgen. Mogen de abnormale dichtheidsveranderingen, die het water tusschen 0° en 7° vertoont, te rijmen zijn met het gedrag der soortelijke warmte tusschen die temperatuurgrenzen, de daarop volgende afwisseling van stijging en daling door VELTEN uit zijne proeven afgeleid kan niet anders dan ten hoogste bevreemden. Neemt men in aanmerking hoe belangrijken invloed geringe fouten in de temperatuursbepalingen op deze uitkomsten moeten uitoefenen, dan is het niet wel mogelijk aan deze laatste eenig vertrouwen toe te kennen, zoolang uit de waarnemingen niet blijkt, met welken graad van zekerheid men den gang der thermometers bepaald heeft. Een regelmatig verloop der soortelijke warmte tusschen 18° en 100° en daarboven is, in aanmerking nemende de andere physische hoedanigheden van het water, de meest waarschijnlijke. Om het bedrag der verandering per graad te bepalen doet men het veiligst den invloed van kleine fouten in de temperatuursbepalingen zoo klein mogelijk te maken door ruime temperatuur-intervallen te nemen. — De proeven van REGNAULT die betrekking hebben op temperaturen van 18° tot 191°, zijn tot nu toe de eenige die onder deze gunstige omstandigheden zijn genomen. Om deze reden mag de formule

$$c = 1 + 0{,}00022\ (t - 18)$$

nog als de meest betrouwbare aangemerkt worden voor temperaturen boven 18°.

Haarlem, Maart 1893. J. BOSSCHA.

Wiskunde. — De Heer SCHOLS *doet eene mededeeling over „de wet van de fouten van waarneming".*

Voor de wet van de fouten van waarneming wordt algemeen aangenomen de exponentieele wet $\frac{e^{-\frac{X^2}{2M^2}}}{M\sqrt{2\pi}}dX$. Deze wet werd door GAUSS het eerst afgeleid uit de onderstelling, dat de meest waarschijnlijke waarde voor eene herhaalde malen met gelijke nauwkeurigheid waargenomen grootheid, het arithmetisch gemiddelde van de verschillende uitkomsten is.

Een veel beteren grondslag verkreeg die wet door de onderzoekingen van Bessel en anderen, die aantoonden dat, wanneer eene fout het gevolg is van een groot aantal oorzaken, die ieder eene kleine elementaire fout te weeg brengen, de resulteerende fout des te nauwkeuriger de exponentieele wet volgt, naarmate het aantal dier oorzaken grooter is. Het blijkt namelijk dat de waarschijnlijkheid dat de fout gelegen is tusschen de grenzen X en $X+dX$ in eene reeks ontwikkeld kan worden, waarvan de eerste term de bedoelde exponentieele uitdrukking is, terwijl de overige termen van dien aard zijn, dat zij in waarde afnemen naarmate het aantal der samenstellende fouten grooter wordt.

De bedoelde reeks kan geschreven worden in den vorm:

$$\frac{e^{-\frac{X^2}{2M^2}}}{M\sqrt{2\pi}}dX\left\{1+\frac{K_3\psi_3}{3!}+\frac{K_4\psi_4}{4!}+\frac{K_5\psi_5}{5!}+\ldots\right\} \qquad (1)$$

waarin ψ_3, ψ_4 enz. polynomiums zijn van 3de, 4de enz. macht van $\frac{X}{M}$ b v.: $\psi_3=\left(\frac{X}{M}\right)^3-3\frac{X}{M}$ $\psi_4=\left(\frac{X}{M}\right)^4-6\left(\frac{X}{M}\right)^2+3$; terwijl de grootheden K zekere constanten zijn, die afhangen van den aard en van het aantal van de samenstellende fouten.

Voor het geval van symmetrische fouten zijn alle K's met oneven index nul, zoodat alleen de termen met even index overblijven. Dit laatste is ook het geval, wanneer men alleen de absolute waarde van de fouten beschouwt. Voor dit geval heeft men dus voor de waarschijnlijkheid dat de absolute waarde der fout ligt tusschen X en $X+dX$:

$$\frac{2e^{-\frac{X^2}{2M^2}}}{M\sqrt{2\pi}}dX\left\{1+\frac{K_4\psi_4}{4!}+\frac{K_6\psi_6}{6!}+\text{enz.}\right\} \qquad (2)$$

De uitdrukking voor K_4 is:

$$K_4=\frac{\Sigma k_4-3\Sigma k_2^2}{(\Sigma k_2)^2} \qquad (3)$$

waarin k_2 en k_4 voorstellen de gemiddelden van de 2de en van 4de machten van de samenstellende fouten. Is nu s het aantal samenstellende fouten, dan zijn Σk_2^2 en Σk_4 grootheden van de orde s, terwijl $(\Sigma k_2)^2$ van de orde s^2 is; K_4 is dus eene grootheid van de orde $\frac{1}{s}$ en zal dus des te kleiner zijn naarmate s grooter is. Nog

duidelijker blijkt dit wanneer men onderstelt, dat de samenstellende fouten alle dezelfde wet volgen. In dit geval heeft men $\Sigma k_2^2 = s k_2^2, \Sigma k_4 = s k_4$ en $(\Sigma k_2)^2 = s^2 k_2^2$ en dus:

$$K_4 = \frac{1}{s}\left(\frac{k_4}{k_2^2} - 3\right) \tag{4}$$

Niet alleen langs theoretischen weg heeft men die wet afgeleid; men heeft ook langs proefondervindelijken weg de juistheid daarvan trachten aan te toonen. Wanneer men eene reeks van fouten heeft en die volgens hare grootte in groepen verdeelt, kan men het aantal dat in iedere groep valt, vergelijken met het aantal dat uit de exponentieele wet volgt, door de waarschijnlijkheid dat de fouten binnen de grenzen der groep vallen te vermenigvuldigen met het aantal der fouten.

Het eerst is dit gedaan door BESSEL, die in zijne verhandeling *Untersuchungen über die Wahrscheinlichkeit der Beobachtungsfehler.* (Astr. Nachr. 358—359) een viertal seriën van fouten in astronomische waarnemingen tot dit doel aanvoert. De eerste van die seriën, betrekking hebbende op 300 fouten in Declinatie-bepalingen van BRADLEY, laat ik hier volgen. Door deeling door 3 zijn de aantallen in procenten uitgedrukt. De middelbare waarde van de fouten is $M = 1'',6237$.

Grenzen.	Waarn.	Exp. wet.	Verschil.
0,"0—0,"4	22,0	19,5	— 2,5
0,4—0,8	19,3	18,3	— 1,0
0,8—1,2	18,3	16,2	— 2,1
1,2—1,6	9,3	13,6	+ 4,3
1,6—2,0	9,0	10,6	+ 1,6
2,0—2,4	7,7	7,9	+ 0,2
2,4—2,8	3,3	5,5	+ 2,2
2,8—3,2	5,0	3,6	— 1,4
3,2—3,6	2,7	2,2	— 0,5
3,6—4,0	1,3	1,3	— 0,0
4,0 enz	2,0	1,4	— 0,6

Zooals men ziet, zijn de verschillen gering en toch bieden zij eenige regelmaat aan, die door BESSEL en door de schrijvers, die deze staatjes van hem hebben overgenomen, over het hoofd is gezien, maar mijns inziens niet van belang ontbloot is.

Let men namelijk op het teeken, dan ziet men dat de verschillen voor kleine fouten negatief, voor grootere fouten positief zijn,

en voor nog grootere wederom negatief worden. Ditzelfde verloop vindt men in alle vier de seriën terug.

De vraag, die zich hier onmiddellijk voordoet, is deze: heeft men hier wellicht te doen met den invloed van de termen uit de reeksontwikkeling, die verwaarloosd zijn om tot de exponentieele wet te komen? De eerste van die termen is evenredig met ψ_4 en wanneer die nog van invloed is, zal de verandering van teeken moeten plaats hebben bij die waarden van X waarvoor ψ_4 gelijk nul wordt; dat is voor $X = \sqrt{3 \pm \sqrt{6}}\,M$, dus 0,742 M. en 2,334 M. Met de waarde van $M = 1'',6237$ vindt men hiervoor:

$$1'',20 \text{ en } 3,''79.$$

Zooals men ziet, stemt de eerste verandering van teeken juist overeen met den eersten wortel van $\psi_4 = 0$. Met de tweede verandering van teeken is dit niet volkomen het geval, wat echter genoegzaam zijn verklaring vindt in het geringe aantal fouten, vooral bij de tweede grens. Bij de drie andere reeksen vindt men de beide veranderingen van teeken juist bij de waarden, die overeenkomen met de wortels van $\psi_4 = 0$. Men heeft hier dus ongetwijfeld te doen met een term die evenredig is met ψ_4.

Ten einde de exponentieele wet van de fouten van waarneming aan de praktijk te toetsen, heeft de generaal Ferrero de sluitingsfouten van de driehoeken, die bij de opmetingen voor het kadaster in Italië voorkomen, laten verzamelen en daaromtrent uitvoerige tabellen medegedeeld op de in September te Brussel gehouden algemeene vergadering van de internationale vereeniging voor aardmeting. Met eene enkele uitzondering blijkt uit die tabellen, dat voor kleine fouten het aantal grooter is dan met de exponentieele wet zou overeenkomen. De invloed van een term die evenredig is met ψ_4 doet zich daar nog duidelijker zien. Een van die reeksen (namelijk n°. VI) moge hier volgen; zij heeft betrekking op de sluitingsfouten van 2170 driehoeken en de middelbare waarde van de sluitingsfout is $M = 10'',93$.

Grenzen.	Waarn.	Exp. wet.	Vers.
0 en 0,"5	131	79	— 52
0 » 1,5	315	237	— 78
0 » 2,5	493	393	—100
0 » 3,5	693	545	—148
0 » 4,5	856	693	—163
0 » 5,5	1009	836	—173
0 » 6,5	1156	972	—184

Grenzen.	Waarn.	Exp. wet.	Vers.
0 en 7,"5	1300	1101	—199
0 » 8,5	1414	1222	—192
0 » 9,5	1511	1335	—176
0 » 10,5	1600	1437	—163
0 » 11,5	1666	1534	—132
0 » 12,5	1723	1621	—102
0 » 13,5	1780	1700	— 80
0 » 14,5	1819	1769	— 50
0 » 15,5	1863	1831	— 32
0 » 16,5	1904	1885	— 19
0 » 17,5	1936	1933	— 3
0 » 18,5	1965	1973	+ 8
0 » 19,5	1985	2008	+ 23
0 » 20,5	2011	2038	+ 27
0 » 21,5	2021	2063	+ 42
0 » 22,5	2034	2084	+ 50
0 » 23,5	2050	2101	+ 51
0 » 24,5	2068	2116	+ 48
0 » 25,5	2085	2127	+ 42
0 » 26,5	2098	2137	+ 39
0 » 27,5	2111	2144	+ 33
0 » 28,5	2122	2150	+ 28
0 » 29,5	2130	2155	+ 25
0 » 30,5	2133	2159	+ 26
0 » 31,5	2138	2161	+ 23
0 » 32,5	2144	2164	+ 20
0 » 33,5	2147	2165	+ 18
0 » 34,5	2152	2167	+ 15
0 » 35,5	2153	2167	+ 14
0 » 36,5	2158	2168	+ 10
0 » 37,5	2159	2169	+ 10
0 » 38,5	2162	2169	+ 7
0 » 39,5	2165	2169	+ 4
0 » 40,5	2165	2170	+ 5
0 » 41,5	2168	2170	+ 2
0 » 42,5	2168	2170	+ 2
0 » 43,5	2169	2170	+ 1
0 » 44,5	2169	2170	+ 1
0 » 45,5	2169	2170	+ 1
0 » 46,5	2169	2170	+ 1
0 » 47,5	2169	2170	+ 1
0 » 48,5	2170	2170	+ 0

Zooals men ziet, zijn de verschillen tot 18" negatief, daarboven

zijn zij alle positief. Aangezien hier de fouten genomen zijn tusschen de grenzen 0 en X, zal men ze hier moeten vergelijken met de integraal van de uitdrukking (2) tusschen die grenzen, dat is met

$$\Theta\left(\frac{X}{M\sqrt{2}}\right)-\frac{2}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{X^2}{2M^2}}\left\{\frac{K_4\psi_3}{4!}+\frac{K_6\psi_5}{6!}+\ldots\right\} \quad (5)$$

De term $\Theta\left(\frac{X}{M\sqrt{2}}\right)$ komt voort uit de exponentieele wet. Neemt men die alleen, dan is de eerste term, die men verwaarloost, evenredig met ψ_3; zoodat dus de verschillen van teeken moeten veranderen voor de waarde van X, waarvoor ψ_3 gelijk nul wordt, dat is voor

$$X = M\sqrt{3} = 1{,}732\ M.$$

In bovenstaande reeks zou die verandering van teeken dus moeten plaats hebben bij: 1,732 × 10″,93 = 18″,91, zooals dat ook op zeer weinig na het geval is. Zoowel bij de negatieve als bij de positieve verschillen is zeer duidelijk een maximum zichtbaar. Deze maxima moeten natuurlijk correspondeeren met de waarden van X, waarvoor de afgeleide van den tweeden term van (5) nul wordt. Die afgeleide is de tweede term van (2) en dus evenredig met ψ_4. Die maxima moeten dus plaats hebben bij 0,742 M en 2,334 M of 8″,1 en 25″,5. Het eerste maximum stemt daar volkomen mede overeen, het tweede op zeer weinig na.

Het leidt dus geen twijfel of men heeft ook hier te doen met verschillen, die de wet volgen, uitgedrukt door den tweeden term van (2). Ditzelfde verschijnsel treft men bijna overal aan, waar eene eenigszins groote reeks van fouten vergeleken wordt met hetgeen de exponentieele wet zou vorderen en wel in dien zin dat voor kleine fouten het aantal grooter is, dan het volgens die wet zou moeten zijn.

Men zou geneigd zijn hieruit het besluit te trekken, dat de term $K_4\,\psi_4$ in de ontwikkeling voor de waarschijnlijkheid der fout niet verwaarloosd mag worden. Intusschen heeft eene nadere studie van dit onderwerp mij tot eene andere uitkomst gevoerd.

De omstandigheid, dat voor kleine fouten het aantal grooter is dan de exponentieele wet zou vorderen, geeft voor K_4 eene positieve waarde; de uitdrukking (3) of (4) voor K_4 voert echter, wanneer men voor de elementaire fouten de eene of andere eenvoudige wet aanneemt, meestal tot eene negatieve waarde. De onderstelling van HAGEN b.v. dat de elementaire fouten alleen een waarde $+ m$ of

— m kunnen hebben, geeft: $K_4 = \frac{-2}{s}$. De onderstelling, die door LAPLACE veelal wordt ingevoerd, dat namelijk de elementaire fouten tusschen zekere grenzen $\pm a$ alle waarden kunnen hebben met eene gelijke waarschijnlijkheid geeft: $K_4 = \frac{-6}{5 \cdot s}$. De wet: $f(x)\,dx = c\,(a^2 - x^2)\,dx$ geeft $K_4 = \frac{-6}{7 \cdot s}$; de wet $f(x)\,dx = c\sqrt{a^2 - x^2}\,dx$ voert tot $K_4 = \frac{-1}{s}$ enz. Al dergelijke onderstellingen omtrent de wet van de elementaire fouten voeren meestal tot eene negatieve waarde voor K_4, hetgeen dus in strijd zou zijn met de uitkomsten der waarnemingen.

Mijns inziens moet de oorzaak van de afwijking in iets anders gezocht worden.

Wanneer men een groot aantal fouten samenvoegt, om die aan de exponentieele wet te toetsen, dan zullen die meestal afkomstig zijn van waarnemingen, die niet alle even nauwkeurig zijn; zoodat die fouten niet alle dezelfde middelbare waarde bezitten. Doet dit geval zich voor, dan komt men vanzelf tot afwijkingen, zooals zich die in de aangehaalde voorbeelden voordoen, namelijk tot afwijkingen, die overeenkomen met eene positieve waarde voor K_4.

Uit de uitdrukkingen (3) of (4) voor K_4 kan men dit reeds opmaken. Het hebben van waarnemingen van verschillende nauwkeurigheid kan men zich namelijk daardoor ontstaan denken, dat er bronnen van fouten zijn, die nu eens in werking treden, dan wederom niet. Men kan dit daardoor uitdrukken, dat men aanneemt eene zekere eindige waarde voor de waarschijnlijkheid van de fout nul, stel b.v. α; voor de overige fouten blijft dan over de waarschijnlijkheid $(1-\alpha)$. Daar nu de fout nul gene bijdrage levert voor de waarden van k_2 en k_4, zoo zullen deze waarden kleiner worden in reden van 1 tot $1-\alpha$. De waarde van $\frac{k_4}{k_2^2}$ in (4) zal dus gedeeld worden door $1-\alpha$ en dus grooter worden; waardoor K_4 in eene positive waarde kan overgaan.

Nog duidelijker wordt dit wanneer men aanneemt dat de fouten werkelijk de exponentieele wet

$$\frac{2}{M\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{X^2}{2M^2}}\,dX \qquad (6)$$

volgen, maar verschillende waarden voor M bezitten b.v. M_1, M_2

enz. In dat geval zou men, om de verdeeling van de fouten te krijgen, niet de uitdrukking (6) met het aantal n der fouten moeten vermenigvuldigen, maar men zou de som moeten nemen van de uitdrukkingen:

$$\frac{2}{M_1\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{X^2}{2M_1^2}}\,dX\ ,\quad \frac{2}{M_2\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{X^2}{2M_2^2}}\,dX \text{ enz.}$$

Stelt men nu $M_1^2 = M^2 + \Delta_1$, $M_2^2 = M^2 + \Delta_2$ enz. en ontwikkelt volgens de machten van Δ_1, Δ_2 enz. dan vindt men door samentelling:

$$\sum \frac{2}{M\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{X^2}{2M^2}}\,dX = n\,\frac{2}{M\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{X^2}{2M^2}}\,dX$$

$$\left\{1 + \frac{\Sigma\Delta}{n.2M^2}\,\psi_2 + \frac{\Sigma\Delta^2}{n.2!4M^4}\,\psi_4 + \frac{\Sigma^3\Delta}{n.3!8M^6}\,\psi_6 \ldots\right\} \qquad (7)$$

waarin ψ_2, ψ_4 enz. dezelfde functies zijn, die in (1) en (2) voorkomen. Uit de wijze waarop de waarde van M berekend wordt uit eene reeks fouten, volgt dat M^2 het gemiddelde is van de waarden van M_1^2, M_2^2 enz. en daaruit volgt verder dat $\Sigma\Delta$ gelijk is aan nul, zoodat bovenstaande uitdrukking zich herleidt tot:

$$n\,\frac{2}{M\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{X^2}{2M^2}}\,dX\left\{1 + \frac{\Sigma\Delta^2}{n.2!4M^4}\,\psi_4 + \frac{\Sigma\Delta^3}{n.3!8M^6}\,\psi_6 + \text{enz.}\right\} \qquad (8)$$

eene uitdrukking die met (2) vergeleken geeft:

$$K_4 = \frac{3}{M^4}\,\frac{\Sigma\Delta^2}{n} \qquad (9)$$

dat is dus eene positieve waarde voor K_4, zooals de uitkomsten der waarnemingen dit vorderen.

Het bijeenvoegen van waarnemingen van ongelijke nauwkeurigheid of van fouten met verschillende middelbare waarden, heeft dus ten gevolge dat K_4 meer eene positieve waarde verkrijgt; de elementaire fouten op zich zelven hebben meestal de omgekeerde werking. Beide oorzaken te zamen genomen zullen wellicht ten gevolge hebben dat, reeds bij eene betrekkelijk klein aantal oorzaken, de verdeeling van de fouten meer nadert tot de exponentieele wet, dan men zou verwachten.

De gevonden uitkomst leert echter tevens, dat men zeer voorzichtig moet zijn met het toetsen van de exponentieele wet aan de uitkomsten der waarnemingen. Men zal hiertoe alleen mogen gebrui-

ken reeksen van fouten, die behooren tot even nauwkeurige waarnemingen, waardoor men altijd tot zeer kleine reeksen zal komen.

Wil men door het samenvoegen van verschillende kleinere reeksen tot eene groote reeks komen, dan zal men die fouten niet mogen samenvoegen volgens hare absolute grootte, maar op de volgende wijze moeten te werk gaan. Bij iedere reeks verdeele men de fouten in groepen, die begrepen zijn tusschen grenzen, die bepaalde veelvouden van de daarbij behoorende waarde van M vormen, b.v. 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M enz. en voege dan later de overeenkomstige groepen samen. Vooral kan het daarbij van belang zijn, onder die grenzen op te nemen de bovengevonden waarden 0,742 M, 1,732 M en 2,334 M; de eerste en de laatste, omdat tusschen nul en die grenzen de invloed van K_4 zoo groot mogelijk is, de middelste, omdat die invloed dan geheel wegvalt.

De groote moeielijkheid zal echter altijd blijven: het vinden van reeksen van waarnemingen, die geacht kunnen worden even nauwkeurig te zijn.

Aardmagnetisme. — De Heer KAMERLINGH ONNES biedt, namens den Heer Dr. W. VAN BEMMELEN, voor de boekerij aan diens proefschrift, getiteld: „*De isogonen in de* 16e *en* 17e *eeuw*" en deelt omtrent den inhoud het volgende mede:

Aan de bouwstoffen voor de kennis van den magnetischen toestand der aarde in vorige eeuwen is, sedert HANSTEEN deze verzamelde en er den loop der isogonen over een groot deel van het aardoppervlak omstreeks het jaar 1600 en verder van 1700 tot op heden uit afleidde, slechts weinig toegevoegd. Het zijn eenige declinatiewaarnemingen, door COLUMBUS gedurende zijne reizen op den Atlantischen Oceaan verricht, eenige dergelijke waarnemingen in steden, en in het algemeen eene vermeerderde kennis omtrent de saeculaire variatiekromme voor eenige plaatsen.

DR. VAN BEMMELEN heeft nu in de eerste plaats uit eenige minder bekende werken als:

G. NAUTONIER, Mecometrie 1602—4.

K. H. GIETERMAKER, Schatkamer of de Konst der Stuurlieden.

C. M. ANHALTIN, Slot in Sleutel van de Navigation of te groote zeevaart.

DIRCK REMBR. VAN NIEROP, Onderwijs der Zeevaert 1661.

M. COIGNET, Nieuwe onderwijsinghe op de principaelste punten der zeevaert 1592.

GASSENDI, Opera omnia II.

onbekende of weinig bekende berichten opgespoord.

In de tweede plaats heeft hij de verzameling van declinatiewaarnemingen, welke door J. H. VAN SWINDEN aan de Akademie zijn nagelaten, geraadpleegd en uit deze handschriften eenige berichten geput.

In de derde plaats heeft hij, evenals HANSTEEN, zijne aandacht op beschrijvingen van oude zeereizen gevestigd. Zoo vond hij nieuwe gegevens in de uitgegeven beschrijvingen van de volgende reizen:

HENDRIK BROUWER in 1643 „bij Oosten de straat le Maire naer de Custen van Chili".

ABEL TASMAN in 1642—43 naar het Zuidland.

SMITHSON in 1657 van Engeland naar de Kaap.

Van groot belang is verder de door DR. VAN BEMMELEN geleverde bewerking van de reisjournalen in manuscript uit het Rijksarchief te 's Gravenhage. Behalve de oorspronkelijke of overgeschreven reisjournalen van eenige onzer groote ontdekkingsreizigers als MAIJ, BONTEKOE, TASMAN, VAN DIEMEN, bevinden zich daar, als behoorende tot het archief der voormalige O. I. Compagnie, eene menigte journalen van scheepvaarders in haar dienst, welke de miswijzing van het Kompas zorgvuldig hebben waargenomen. In het journaal van het schip 't Huys ter Duyne, zeilende van Holland naar de Kaap, vond DR. VAN BEMMELEN zelfs eene doorgaande vergelijking der peilingen met twee kompasrozen, eene Amsterdamsche en eene Zeeuwsche, een eenig voorbeeld, dat voor de kennis der waarnemingsfouten van dergelijke waarnemingen van gewicht is.

Door dit alles werd het aantal bekende declinatiewaarnemingen met een duizendtal vermeerderd.

Het aldus uitgebreide materiaal, benevens eenige algemeene berichten uit de 16e eeuw, stelde DR. VAN BEMMELEN in staat om voor Cochin, Kaap Comorin, Goa, St. Helena en Kaapstad nieuwe saeculaire krommen te teekenen, voor Dantzig, Marseille en Nürnberg deze met nog niet gebruikte gegevens aan te vullen, en vervolgens om isogonen-kaarten voor de jaren 1610, 1640, 1665 en 1680 te teekenen en zelfs eene schets van dergelijke kaarten voor 1540 en 1580 te ontwerpen.

Eene groote rol bij het ontwerpen van deze kaarten speelt de agone van den Atlantischen Oceaan, daar zij met voldoende zekerheid voor de jaren 1640 en 1680 uit de waarnemingen volgt en omdat haar vorm den loop der verdere isogonen gedeeltelijk beheerscht. SCHOTT heeft vermoed, dat zich van deze agone tusschen 1640 en 1700 in Zuid-West-Europa een agonisch ovaal zou hebben afgescheiden. Het onderzoek van DR. VAN BEMMELEN draagt er toe bij om dit vermoeden aannemelijk te maken.

Dr. van Bemmelen is bezig met eene bewerking van de 18e eeuw. Ook hoopt hij elders voor de 16e en 17e eeuw nog bronnen op te sporen en met behulp daarvan de thans gegeven kaarten nog meer betrouwbaar te maken.

Dierkunde. — De Heer Hubrecht doet eene mededeeling namens den Heer J. F. van Bemmelen: *Over de ontwikkeling der kieuwzakken en aortabogen bij Zeeschildpadden*, onderzocht aan embryonen van Chelonia viridis.

1°. De eerste aanleg der kieuwzakken en aortabogen bij Schildpadden komt geheel overeen met dien der Hagedissen en Slangen; hunne verdere ontwikkeling is echter verschillend en vertoont meer overeenkomst met die der Vogels dan met die der overige Reptilen.

2°. Er worden, evenals bij deze laatste, oorspronkelijk vijf kieuwzakken en zes aortabogen aangelegd. Bovendien vormen zich aan den achterwand der achterste kieuwzakken, op de plaats waar de kieuwdarm zich tot den slokdarm vernauwt, nog een paar zakvormige uitstulpingen, evenals dit bij Slangen geschiedt. Zij liggen links en rechts op dezelfde plaats, waar bij Hagedissen slechts aan ééne zijde, nl. aan den linkerkant, eene epitheliale uitstulping ontstaat, die zich tot een blaasje afsnoert, aan hetwelk ik indertijd den naam suprapericardiaal-lichaam heb gegeven, daar ik het homoloog acht met de aldus door mij gedoopte kieuwdarmderivaten bij Selachii.

3°. De voorste drie kieuwzakken zijn gedurende korten tijd zonder eenigen twijfel naar buiten geopend. Of dit ook het geval is met de achterste twee, kan ik niet met zekerheid beweren, maar acht het althans voor de vierde kieuwspleet waarschijnlijk.

4°. Uit het dorsale gedeelte van den eersten kieuwzak ontwikkelt zich, gelijk bij andere Amnioten, de Tuba Eustachii. Hare uitwendige opening sluit zich weldra; de trommelholte ontwikkelt zich eerst veel later.

5°. De tweede kieuwzak volgt dicht achter den eersten. Het stuk van den kieuwdarm, dat beide van elkander scheidt, is wijder dan het meer achterwaarts volgende gedeelte. De dorsale spits van den tweeden kieuwzak verwijdt zich tot een follikelvormigen epitheelknop, maar deze snoert zich niet af, zooals bij de Hagedissen, waar hij tot de eerste thymuslob wordt. Evenmin snoert zich de tweede kieuwspleet in haar geheel van den kieuwdarm af, om als epitheliaal blaasje te midden van het halsbindweefsel te blijven liggen, zooals bij de Slangen. De tweede kieuwspleet verdwijnt eenvoudig

bij de verdere ontwikkeling van het embryo, evenals dit bij de Vogels het geval is.

6°. De uitwendige spleetvormige opening der voorste kieuwzakken verplaatst zich sterk naar achteren, evenals bij de Vogels. Deze verplaatsing wordt veroorzaakt door het achterwaarts uitgroeien der kieuwbogen, die elkaar dientengevolge dakpansgewijs gaan overdekken. In 't bijzonder verplaatst zich de tweede kieuwspleet zoo sterk achterwaarts, dat de kieuwzak tot een lang kanaal wordt uitgerekt. Dit kanaal blijft tot in latere ontwikkelingsstadiën bestaan en groeit met de geheele halsstreek in de lengte, maar neemt niet in omvang toe, zoodat het ten slotte een langen, maar dunnen, achterwaarts gerichten halsfistelgang vormt. Een begin van een dergelijken gang vindt men bij jonge stadiën van Slangen en Hagedissen, waar hij zich echter niet zoo ver ontwikkelt, maar veel spoediger verdwijnt.

7°. De derde kieuwzak zwelt aan tot een epitheelfollikel met vele secundaire uitbottingen. Hij snoert zich af van den kieuwdarm en de uitbottingen veranderen in thymusweefsel, waar binnen echter de centrale epitheelfollikel behouden blijft. Deze laatste mag beschouwd worden als het homologon van het carotislichaampje bij Hagedissen.

8°. De vierde en vijfde kieuwzak ontwikkelen zich te zamen met de bovengenoemde suprapericardiaal-uitstulpingen uit eene laterale blindzakvormige plooi van het achtereind van den kieuwdarm (recessus praecervicalis), evenals dit bij Slangen het geval is. Zij snoeren zich weldra gezamenlijk van den kieuwdarm af en vormen zoodoende een complex van drie met elkaar samenhangende epitheelblaasjes.

Wanneer nu de verdere ontwikkeling daarvan ook gelijk aan die der Slangen verliep, dan moesten de twee voorste dezer blaasjes, die de overblijfselen van vierden en vijfden kieuwzak voorstellen, zich tot thymusweefsel ontwikkelen, het derde, achterste, daarentegen epitheliaal blijven. Maar dit geschiedt niet, alle drie blijven een epitheliaal karakter behouden, en worden ook in veel latere stadiën in die gesteldheid tusschen aorta- en pulmonalisboog aangetroffen. Met de thyreoidea treden zij niet in verbinding.

9°. De aorta ontwikkelt zich uit de 4de kieuwboogarterie, de pulmonalis uit de zesde. De vijfde arcus arteriosus, die tusschen vierden en vijfden kieuwzak wordt aangelegd, gaat zeer spoedig weer te gronde, evenals dit bij Slangen en Hagedissen door mij is aangetoond.

10°. Deze waarnemingen bevestigen de onderstellingen omtrent den vermoedelijken oorsprong der thymus en der epitheliale rudimenten in de halsstreek, die ik aangetroffen heb bij 't anatomisch onderzoek van jonge schildpadden; welke onderstellingen uitgespro-

ken zijn in mijne Beiträge zur Kenntniss der Halsgegend bei Reptilien. I, Anatomischer Theil, openbaar gemaakt in de Bijdragen tot de Dierkunde, uitgegeven door het Genootschap Natura Artis Magistra te Amsterdam, in 1888.

Scheikunde. — De Heer FRANCHIMONT deelt, uit naam van den Heer VAN ROMBURGH, het volgende mede:

Het aantal planten waarin blauwzuur, hetzij in den vorm van amygdaline, hetzij los gebonden of vrij voorkomt, blijkt al meer en meer aanzienlijk te zijn. Vermoedelijk in eene losse verbinding met aceton (waaraan wellicht glucose ook deel heeft), vond de Heer VAN ROMBURGH het, eenigen tijd geleden, in de caoutchouc leverende planten *Manihot Glaziovii*, Müll. Arg., *Hevea brasiliensis*, Müll. Arg. en in *Hevea spruceana*.

Bij het onderzoek van eenige Indigofera's bleek het o.a. dat Indigofera galegoides D.C. (Tarvem octan), eene naar het schijnt op Java inheemsche soort, geen indigo levert. Weekt men de bladeren van deze plant, die in verschen toestand geen anderen reuk hebben dan dien van groene bladeren, in water, dan bespeurt men, na een paar uren, een sterken geur van aetherische bittere-amandelolie en bovendien valt het dan niet moeielijk de aanwezigheid van blauwzuur aan te wijzen. Daar er slechts eene enkele plant in 's lands Plantentuin van deze Indigofera aanwezig was, kon de Heer VAN ROMBURGH voorloopig over niet meer dan ongeveer 16 gram droog blad (oud en jong) beschikken. De quantitatieve bepaling van het blauwzuur gaf een gehalte van 0.3 pCt., terwijl zonder bizondere voorzorgen een hoeveelheid van 150 mg. benzaldehyde afgescheiden kon worden, dat door oxydatie in benzoëzuur werd omgezet.

Zoodra meer materiaal beschikbaar is, zal onderzocht worden of deze Indigofera amygdaline dan wel laurocerasine bevat, en of het enzyme, dat er zeer waarschijnlijk in aanwezig is, identisch is met emulsine.

Daar de meeste Indigofera's op Java goed groeien en rijk bebladerde planten zijn, welker wortels bovendien de bekende wortelknolletjes voortbrengen, zal de aanplanting er van, uit het oogpunt van grondverbetering, waarbij wellicht de bereiding van benzaldehyde een niet te versmaden voordeel kan opleveren, later mogelijk aanbevolen kunnen worden.

De Heer VAN ROMBURGH heeft reeds maatregelen genomen om in den Cultuurtuin te Tjikeumeuh een aanplant te maken, en hoopt binnenkort op dit onderwerp terug te kunnen komen.

Voor zooveel hij in de hem ten dienste staande litteratuur kon nagaan, is dit de eerste maal, dat in eene tot de familie der Papilionaceeën behoorende plant blauwzuur aangetoond werd.

— De Heer ENGELMANN biedt voor de Bibliotheek eene nieuwe aflevering aan van: „Onderzoekingen, gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool" onder redactie van de Heeren ENGELMANN en PEKELHARING.

— De vergadering wordt gesloten.

REGISTER.


BOEKDRUKKERIJ
De Roever Kröber-Bakels.
AMSTERDAM.


Stanford University Libraries
3 6105 005 779 751